

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Gestão Energética de Edifícios Complexos

João Manuel Neves Miranda



Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Orientador: Prof. João Correia Lopes

Co-orientador: Engº Ricardo Sá, Edifícios Saudáveis Consultores

12 de Outubro de 2015

A Dissertação intitulada

“Gestão Energética de Edifícios Complexos”

foi aprovada em provas realizadas em 12-10-2015

o júri



Presidente Professor Doutor João Paulo de Castro Canas Ferreira
Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores
da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



Professor Doutor Rui Silva Moreira
Professor Associado do Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Fernando
Pessoa



Professor Doutor João António Correia Lopes
Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Informática da Faculdade de
Engenharia da Universidade do Porto

O autor declara que a presente dissertação (ou relatório de projeto) é da sua exclusiva autoria e foi escrita sem qualquer apoio externo não explicitamente autorizado. Os resultados, ideias, parágrafos, ou outros extratos tomados de ou inspirados em trabalhos de outros autores, e demais referências bibliográficas usadas, são corretamente citados.



Autor - João Manuel Neves Miranda

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Resumo

No contexto dos edifícios complexos (centros comerciais, hipermercados, hospitais, etc.) uma boa gestão energética pode resultar em poupanças dramáticas na fatura energética do edifício. No entanto, devido à sua dimensão a gestão energética nestes edifícios revela-se difícil e complexa.

Para auxiliar nessa gestão é fundamental a existência de um Manual de Gestão Energética do Edifício que sintetize toda a informação relevante para a gestão energética. Uma das secções mais relevantes deste Manual contém o mapeamento dos quadros elétricos. Este mapeamento permite conhecer em detalhe a distribuição das cargas que constituem os sub-sistemas energéticos do edifício (iluminação, ventilação, transporte mecânico, etc.). O conhecimento da distribuição das cargas permite uma rigorosa seleção dos locais de instalação de contadores de energia e é a única forma de garantir a medição dos consumos dos sub-sistemas com uma precisão adequada e com boa relação entre custos e benefícios.

A empresa Edifícios Saudáveis Consultores trabalha em conjunto com as entidades gestoras dos edifícios para efetuar o levantamento detalhado e atualizado do mapeamento dos quadros elétricos. Com essa informação é desenvolvido o projeto de *sub-metering* com vista à desagregação de consumos dos sub-sistemas principais para identificar oportunidades de melhoria do consumo energético global do edifício.

Para registar a informação do mapeamento dos quadros elétricos, a empresa utiliza folhas de cálculo. O desenvolvimento dos mapas de decisão para o projeto de *sub-metering* também é efetuado com recurso a folhas de cálculo. Este sistema de registo impede que a informação esteja disponível de forma descentralizada, não garante a consistência dos dados e implica um grande consumo de tempo em tarefas repetitivas para desenvolver a análise de *sub-metering*.

Nesta dissertação são analisadas as tecnologias disponíveis e é efetuada uma seleção das mais adequadas para a solução deste problema. Através da análise dos processos em uso na empresa e através de diversas reuniões com os responsáveis da empresa é especificado detalhadamente o Modelo Conceptual do Domínio em UML. A análise dos processos internos da empresa tem como base a informação recolhida relativa a um centro comercial de média dimensão, que já tinha sido alvo de um estudo de eficiência energética pela empresa.

É proposta uma solução, baseada numa aplicação web, com os seguintes objetivos: facilitar a gestão da informação relativa ao mapeamento dos quadros elétricos, auxiliar o projeto de *sub-metering* e tornar acessível essa informação aos vários interessados: consultores, gestores e operacionais.

Para avaliar a solução proposta é desenvolvida uma prova de conceito com recurso às tecnologias que foram analisadas. Também são efetuados testes de desempenho da aplicação e é analisada a satisfação dos colaboradores da empresa relativamente à aplicação.

Os resultados da avaliação confirmam a validade da solução proposta, principalmente em três aspetos chave: garantia de consistência dos dados em conformidade com as regras internas, acesso facilitado à informação e redução dramática do tempo necessário para extrair conhecimento do mapeamento dos quadros elétricos para o projeto de *sub-metering*.

Abstract

Regarding complex buildings (such as shopping centres, supermarkets, hospitals, etc.) an improved energy management strategy has dramatic savings in the energy bill. Although, due to the dimensions of those buildings, the energy management scheme is usually very demanding.

The “Energy Management Guide” is a fundamental document which resumes the relevant information for the energy management of a building. Within that guide, there’s a section dedicated to the switchboard map, which allows to determine with accuracy the loads location in the building’s energy sub-systems (lighting, ventilation, mechanical transport, etc.). The knowledge of the loads distribution allows a precise selection of the place where the energy meters should be installed and also ensures the correct measurement of the demands in the sub-systems, with a good cost-benefit compromise.

The company Edifícios Saudáveis Consultores works together with the managers of the buildings to detail and update the switchboard map. With this information it’s developed a sub-metering project regarding the grouping of the sub-systems energy demand, in order to identify improvement opportunities in the global energy consumption.

The switchboard data is registered in a spreadsheet. The decision maps for the sub-metering project are also made with spreadsheets. This scheme doesn’t allow decentralized access, doesn’t guarantee data reliability and requires a great deal of time due to repetition of tasks for the development of the sub-metering analysis.

In this thesis takes place the analysis and selection of the available technologies to solve this problem. Throughout the study of the company’s internal processes, routines and meetings with the staff, was developed the Domain Model in UML. The company’s internal processes study was supported by the documentation of a medium dimension shopping centre which was already studied concerning the energy management.

The proposed solution is based on a web application, with the following goals: to simplify the information management of the switchboard maps, to help the sub-metering project and to make the information accessible to all stakeholders: consultants, managers and operational staff.

For evaluating the proposed solution, a proof of concept is developed using the surveyed technologies. Performance tests and user inquiries were completed at the company by its workers.

The evaluation results validate the proposed solution, mainly in the following key aspects: it ensures the consistency of the data in conformance with the internal rules, it allows easy access to the information and dramatically reduces the time spent to extract knowledge from the switchboards map for the sub-metering project.

Agradecimentos

Expresso aqui o meu agradecimento a todos os que tornaram a possível a concretização desta dissertação.

Desejo agradecer primeiramente ao Professor João Correia Lopes, pela sua disponibilidade para orientar esta tese, pela partilha de conhecimento, pelo seu pragmatismo e acima de tudo pelo genuíno interesse demonstrado, desde a primeira conversa que tivemos, em ajudar-me a concretizar o trabalho.

Ao Eng.º Ricardo Sá, diretor da empresa Edifícios Saudáveis Consultores, por me ter escolhido para desenvolver um projeto tão ambicioso e motivante.

A todos os colaboradores da Edifícios Saudáveis que, de uma forma ou de outra, demonstraram a sua disponibilidade para a concretização deste trabalho, especialmente o Eng.º Rui Alves, sempre disponível para esclarecer dúvidas e o Eng.º Daniel Esteves pelo apoio logístico prestado ao longo do projeto.

E por fim à minha família que sempre me apoiou e incentivou, em especial à Alexandra, pelas longas horas de revisão e pela paciência para... tudo.

João Manuel Neves Miranda

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Contexto	1
1.2	Motivação	1
1.3	Objetivos	2
1.4	Estrutura da Dissertação	2
2	<i>Switchboard Map</i>	5
2.1	Introdução	5
2.1.1	Posto de Transformação	5
2.1.2	Quadro Elétrico	6
2.1.3	Disjuntor	6
2.1.4	Contador	7
2.1.5	Carga	7
2.1.6	Hierarquia de Quadros Elétricos	7
2.2	Processo de Recolha de Dados	9
2.3	Registo de dados	10
2.3.1	Nomenclatura de designação dos elementos (Código SM)	10
2.3.2	Estrutura da folha de cálculo	12
2.4	Utilização da folha de cálculo	13
2.5	Conclusões	14
3	<i>Sub-metering Design</i>	15
3.1	Introdução	15
3.2	Indicadores	15
3.3	Estratégia	15
3.3.1	Mapas Auxiliares	16
3.3.2	Resumo	17
3.4	Relatório de <i>Sub-metering</i>	21
3.5	Conclusões	21
4	Tecnologias Disponíveis	23
4.1	Introdução	23
4.2	<i>Frameworks</i> de desenvolvimento	23
4.3	Base de Dados	25
4.4	<i>Offline First!</i>	26
4.5	Conclusões	26

5	Protótipo Swi.M	27
5.1	Análise de Requisitos	27
5.1.1	Cenários de utilização	27
5.1.2	Requisitos Suplementares	31
5.2	Modelo Conceptual do Domínio	31
5.2.1	<i>Switchboard Map</i>	32
5.2.2	<i>Sub-metering Design</i>	35
5.3	Protótipo de Interface do Utilizador	36
5.4	Arquitetura Lógica	41
5.5	Arquitetura Física	41
5.5.1	Diagrama de Componentes	42
5.5.2	Diagrama de Distribuição	42
5.6	Arquitetura Tecnológica	44
5.7	Conclusões	46
6	Implementação	47
6.1	Introdução	47
6.2	Convenções	47
6.2.1	Tradução do Modelo do Domínio	47
6.2.2	Código SM	47
6.3	Modelo de Dados	49
6.3.1	Esquema Relacional	49
6.3.2	<i>Surrogate Keys</i>	51
6.3.3	<i>Schema Migrations</i>	52
6.4	Interface do Utilizador	53
6.4.1	Navegador — Hierarquia de Quadros Elétricos	54
6.4.2	Listagens	54
6.4.3	Edição e Introdução de Registos	55
6.5	Ciclo de vida de um pedido em Laravel	56
6.5.1	<i>HTTP Kernel</i>	56
6.5.2	<i>Router</i>	57
6.5.3	<i>Middleware</i>	58
6.5.4	Controlador	59
6.5.5	Modelo	62
6.5.6	Vista	63
6.6	Outros Detalhes de Implementação	63
6.6.1	Etiquetagem dos Quadros Elétricos	64
6.6.2	API	65
6.6.3	Importação/Exportação <i>Switchboard Map</i>	66
6.7	<i>Bug Tracking</i>	67
6.8	Implementação das <i>User Stories</i>	67
6.9	Conclusões	68
7	Avaliação da aplicação	69
7.1	Introdução	69
7.2	Desempenho da aplicação	69
7.3	Satisfação dos utilizadores	70
7.4	Análise Resultados	73
7.5	Conclusões	74

8	Conclusões	75
8.1	Satisfação dos Objetivos	75
8.2	Trabalho futuro	75
A	Folha de Cálculo	77
B	Mapas de <i>Sub-metering Design</i>	81
C	Etiquetagem dos Quadros Elétricos	85
	Referências	89

Lista de Figuras

2.1	Interligação dos QE no SbM	6
2.2	Interligação de disjuntores num QE	8
2.3	Esquema do SbM de um edifício	8
2.4	Excerto do esquema elétrico de um QE	9
2.5	Ecrã da aplicação GTC	10
2.6	Fotografias do QE Q2_05	11
3.1	Mapa BOARD: Iluminação Mall (IM)	18
5.1	Atores	28
5.2	Modelo Conceptual do Domínio: <i>Switchboard Map</i>	32
5.3	Definição da entidade Edifício	33
5.4	Definição da entidade QuadroElétrico	34
5.5	Definição da entidade Contador	35
5.6	Definição da entidade Contador	36
5.7	Modelo Conceptual do Domínio: <i>Sub-metering Design</i>	37
5.8	Definição da entidade Estratégia	38
5.9	Definição da entidade Intervenção	39
5.10	Protótipo da UI: Gerir QE	40
5.11	Arquitetura Lógica	42
5.12	Diagrama de Componentes	43
5.13	Diagrama de Distribuição	44
6.1	Esquema Relacional da BD	50
6.2	<i>Migration</i> — Tabela <i>switchboards</i>	52
6.3	Swi.M Vista de QE	53
6.4	Vista de detalhe do componente de navegação	54
6.5	Sequência de edição de um registo	55
6.6	Ciclo de vida de um pedido	57
6.7	Excerto do ficheiro de rotas — <code>routes.php</code>	58
6.8	<i>Middleware</i> — Classe <code>CheckIfAjax</code>	59
6.9	Excerto da classe <code>SwitchboardsController</code>	60
6.10	Excerto da classe <code>SwitchboardRequest</code>	61
6.11	Excerto da classe <code>Switchboard</code>	62
6.12	Template com o layout base da aplicação — <code>swim.blade.php</code>	63
6.13	Pré-visualização Etiquetagem QE 1Q2_05	64
6.14	Swi.M <i>Bug tracking</i> : Formulário de registo	67
6.15	Swi.M <i>Bug tracking</i> : Listagem de erros	68

A.1	Excerto n.º1 da folha de cálculo: Q2_05	78
A.2	Excerto n.º2 da folha de cálculo: Q2_05	79
B.1	Mapa NOISE: Iluminação Mall (IM)	82
B.2	Estratégia: Iluminação Mall (IM)	83
C.1	Relatório Etiquetagem QE 1Q2_05	86
C.2	Relatório Etiquetagem QE 1Q3_12	87

Lista de Tabelas

2.1	Estrutura do código SM	11
2.2	Exemplos de codificação de elementos do SbM	12
3.1	Lista de Indicadores para SmD	16
3.2	Colunas no Mapa BOARD	19
3.3	Resumo do Mapa NOISE — Iluminação de Mall	20
3.4	Resumo da estratégia Iluminação Mall (IM)	21
4.1	Matriz de análise de funcionalidades	25
4.2	Licenças dos SGBD	26
5.1	Atores	28
5.2	<i>User Stories</i> : Utilizador	28
5.3	<i>User Stories</i> : Operacional	28
5.4	<i>User Stories</i> : GestorSBM	29
5.5	<i>User Stories</i> : Consultor	30
5.6	<i>User Stories</i> : Admin	30
5.7	Regras de Negócio	31
5.8	Requisitos Técnicos	31
6.1	Tradução para Inglês das entidades do Modelo do Domínio	48
6.2	Nova estrutura do código SM	48
6.3	Recursos e métodos disponíveis	65
6.4	Códigos status HTTP	66
6.5	Percentagem de implementação das <i>user stories</i>	68
7.1	Caraterísticas do QE 1Q3_12	70
7.2	Tempos de introdução dos dados do QE 1Q3_12	70
7.3	Caraterísticas das máquinas para os testes de desempenho	71
7.4	Caraterísticas das máquinas instaladas na ESC	71
7.5	Resultados do questionário	73

Glossário

Abreviaturas e Símbolos

A&A	Autenticação e Autorização
ABL	Área Bruta Locável
AJAX	<i>Asynchronous JavaScript and XML</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BD	Base de Dados
CSRF	<i>Cross-Site Request Forgery</i>
CSS	<i>Cascade Style Sheets</i>
DOM	<i>Document Object Model</i>
EMG	<i>Energy Management Guide</i>
ESC	Edifícios Saudáveis — Consultores
FK	<i>Foreign Key</i>
GTC	Gestão Técnica Centralizada
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
HTTP	<i>Hyper Text Transfer Protocol</i>
IM	Iluminação de <i>Mall</i>
IPC	Iluminação de Parques Cobertos
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
LTS	<i>Long Term Support</i>
ORM	<i>Object-Relational Mapping</i>
PK	<i>Primary Key</i>
PT	Posto de Transformação
QE	Quadro Elétrico
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão
REST	<i>Representational State Transfer</i>
SbM	<i>Switchboard Map</i>
SGBD	Sistema de Gestão de Bases de Dados
SI	Sistema de Informação
SmD	<i>Sub-metering Design</i>
SO	Sistema Operativo
SPA	<i>Single Page Application</i>
SQL	<i>Structured Query Language</i>
TM	Transporte Mecânico
UI	<i>User Interface</i>
VMP	Valor Médio Ponderado
VPC	Ventilação de Parques Cobertos
WWW	<i>World Wide Web</i>

Convenções

QE_x Quadro Elétrico de nível x

Capítulo 1

Introdução

A importância da eficiência energética dos edifícios tem vindo a crescer nos últimos anos. Diversa legislação tem sido aprovada no sentido de regulamentar a construção e a gestão de edifícios com base em princípios de sustentabilidade energética.

1.1 Contexto

Os manuais de boas-práticas sobre Gestão Energética de Edifícios Complexos (centros comerciais, hipermercados, hotéis, hospitais, etc.) referem a necessidade da existência de um Manual de Gestão Energética (EMG — *Energy Management Guide*) que deverá sintetizar toda a informação relevante para uma boa gestão energética (por exemplo: responsáveis, desagregação de consumos, estratégia de medições, parametrização de equipamentos, oportunidades de otimização, etc.).

A existência deste Manual é também uma condição essencial para a certificação ambiental de edifícios pelos sistemas com maior reconhecimento internacional (LEED¹ e BREEAM²).

Uma das secções mais relevantes deste Manual contém o mapeamento dos quadros elétricos e toda a informação relacionada relevante.

1.2 Motivação

A empresa Edifícios Saudáveis trabalha em conjunto com as entidades gestoras dos edifícios no sentido de melhorar a eficiência energética dos mesmos. Para atingir esse objetivo é necessário conhecer em detalhe o mapeamento dos quadros elétricos e a tipificação das cargas. Com essa informação é possível efetuar a desagregação de consumos dos sistemas principais e assim identificar oportunidades de melhoria.

Num edifício de média dimensão (por exemplo um pequeno Centro Comercial) poderão facilmente existir mais de 100 quadros elétricos e mais de 5.000 disjuntores, todos eles etiquetados com

¹Leadership in Energy & Environmental Design: <http://www.usgbc.org/leed>

²Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology: <http://www.breeam.org>

designações que lhes foram atribuídas em fase de projeto, por técnicos projetistas sem qualquer ligação à operação do edifício.

Assim, torna-se por vezes muito difícil aos responsáveis pela operação interpretar as etiquetas dos quadros elétricos e saber com precisão e rapidez as cargas que cada disjuntor controla.

Por maioria de razão, é também difícil agregar as contagens dos inúmeros contadores de energia distribuídos pelo edifício, de forma a que expressem o consumo de sistemas relevantes. Recorrendo novamente ao exemplo de um pequeno centro comercial, a iluminação de áreas comuns pode estar distribuída por mais de 20 contadores e mais de 300 disjuntores.

O mapeamento de quadros elétricos permite uma rigorosa seleção dos locais de instalação de contadores e é a única forma de garantir a medição dos consumos deste sistema com uma precisão adequada e com boa relação entre custos e benefícios.

O registo detalhado da interligação dos quadros elétricos e dos respetivos elementos (disjuntores, contadores, cargas controladas, etc) constitui também uma ferramenta valiosa para a operação do edifício, dado que essa informação está frequentemente dispersa por vários documentos e muitas vezes desatualizada.

1.3 Objetivos

Neste trabalho de dissertação pretende-se desenvolver um sistema informação (SI) baseado em tecnologias web que facilite o registo do mapeamento de quadros elétricos (SbM — *Switchboard Map*) de um edifício complexo.

No trabalho de dissertação deverá ser identificada a informação relevante dos quadros elétricos que deve ser mantida pelo SI e desenvolvida uma Aplicação Web que a torne acessível de forma simples aos vários interessados: operacionais, auditores, projetistas e responsáveis pela gestão energética do edifício.

O SI vai ser usado em articulação com uma nova etiquetagem de quadros elétricos (QR Code ou simplesmente numeração) para que um operacional possa, de forma fácil e rápida, aceder a toda a informação relevante que está associada a um quadro elétrico.

O SI deve também suportar e facilitar a elaboração e registo das estratégias de agregação e seleção de contadores para os sistemas relevantes (SmD — *Sub-metering Design*).

Finalmente, deve ser proposta uma forma de ligar a informação mantida pelo SI (SbM e SmD) ao EMG do edifício.

1.4 Estrutura da Dissertação

Para além da introdução, esta dissertação está organizado em sete capítulos adicionais.

No Capítulo 2 são analisados os métodos atualmente implementados na empresa para registar a informação relativa ao SbM, designadamente os métodos de recolha de dados, a estrutura da folha de cálculo para registo da informação e a nomenclatura de designação de cada tipo de elemento que compõe o mapeamento.

No Capítulo 3 são analisados os conceitos chave do SmD, assim como a informação relevante do SbM para as estratégias de medição. É também descrito o processo em uso na empresa para o desenho das estratégias.

No Capítulo 4 são analisadas as tecnologias disponíveis para implementar a solução proposta de SI baseado numa aplicação web.

O Capítulo 5 é dedicado à especificação dos requisitos funcionais e não-funcionais do protótipo que servirá como prova de conceito. São também especificados o protótipo de interface do utilizador e a arquitetura da aplicação.

O Capítulo 6 apresenta os aspetos mais importante da implementação da aplicação, designadamente o Modelo Relacional, a complexidade da interface e o modo como foram utilizadas as tecnologias seleccionadas.

O Capítulo 7 apresenta os métodos utilizados para avaliar o trabalho desenvolvido, assim como os resultados e a respetiva análise.

A dissertação termina com o Capítulo 8 reunindo as conclusões do trabalho desenvolvido e apresentando o desenvolvimento futuro deste trabalho.

Capítulo 2

Switchboard Map

Neste capítulo são analisados os métodos atualmente implementados na Edifícios Saudáveis Consultores (ESC) para registar a informação relativa ao *Switchboard Map* (SbM), designadamente os métodos de recolha de dados, a estrutura da folha de cálculo para registo da informação e a nomenclatura de designação de cada tipo de elemento que compõe o mapeamento.

2.1 Introdução

Este trabalho baseou-se nos dados referentes a um centro comercial localizado no distrito do Porto. Por motivo de confidencialidade, o edifício será referido ao longo deste documento pelo nome fictício de “PortoShopping”. Este edifício tem uma Área Bruta Locável¹ (ABL) de 28.000m², 96 lojas e 2220 lugares de estacionamento, estando classificado como um centro comercial de média dimensão [2], segundo a APCC². O PortoShopping foi alvo de um estudo para melhoria da eficiência energética por parte da ESC.

Antes de analisar em detalhe o processo de registo da informação em uso na empresa, importa explicitar no contexto deste trabalho o significado do SbM de um edifício assim como os diversos elementos que o constituem.

Na sua forma mais simples o SbM representa o esquema de ligação entre os principais componentes do sistema elétrico de um edifício desde o posto de transformação até à carga a ser alimentada. Para além das ligações entre os vários elementos é também registada informação relevante para a caracterização dos diversos elementos.

De seguida são enumerados os elementos que constituem o SbM no âmbito desta dissertação.

2.1.1 Posto de Transformação

No contexto de um edifício, o posto de transformação (PT) é uma instalação que realiza a transformação da energia elétrica proveniente da rede de distribuição em Média Tensão (MT —

¹Área que produz rendimento no conjunto comercial (arrendada ou vendida), afeta aos estabelecimentos de comércio. Inclui a área de venda bem como os espaços de armazenagem e escritórios afetos aos estabelecimentos [1]

²Associação Portuguesa de Centros Comerciais

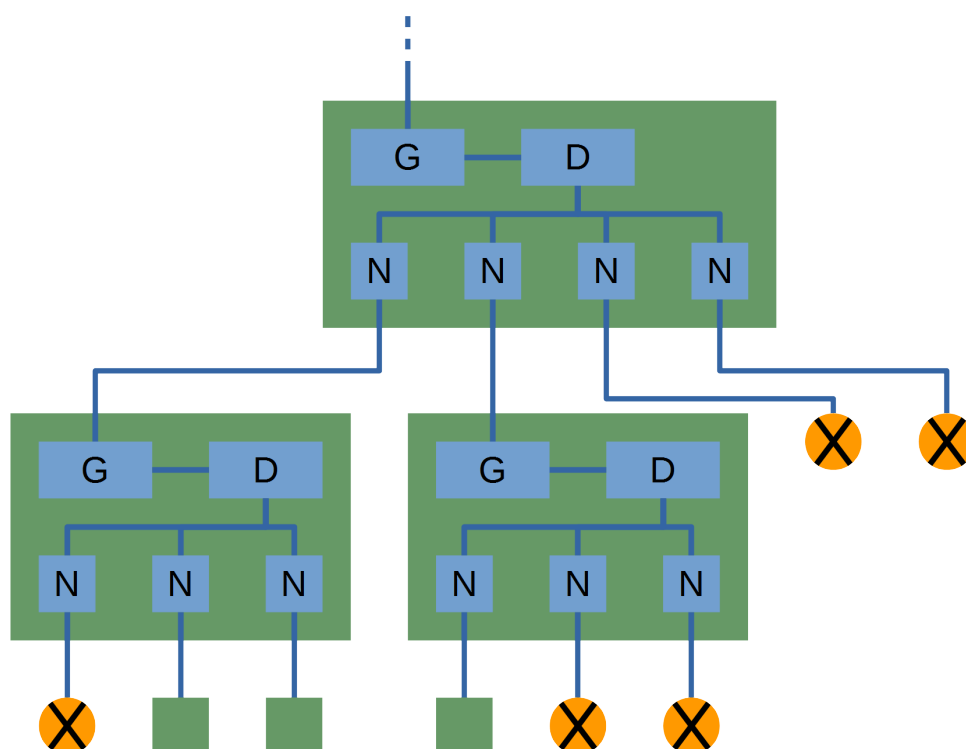


Figura 2.1: Interligação dos QE no SbM

75kv) para ser consumida pela rede elétrica do edifício em Baixa Tensão (BT — 230–15kV).

Estes postos são constituídos essencialmente por três componentes:

- equipamentos de interrupção/seccionamento e proteção;
- um ou mais transformadores;
- quadro geral de baixa tensão (QGBT), de onde partem os diversos ramais da rede baixa tensão.

2.1.2 Quadro Elétrico

Um quadro elétrico (QE) consiste num armário para suporte e proteção mecânica dos componentes que contém, designadamente: disjuntores, contadores, conexões internas e bornes de entrada e de saída para a instalação elétrica.

2.1.3 Disjuntor

É um equipamento para controlo e proteção das cargas que se encontram a jusante. No contexto deste trabalho os disjuntores registados podem ser de três tipos: Geral, Diferencial e Normal (G, D, N respetivamente, na Figura 2.1).

Geral

Disjuntor responsável pelo corte geral do QE, ou seja, corta a energia elétrica a todos os elementos que estiverem a jusante.

Diferencial

Um disjuntor diferencial é um dispositivo que permite desligar um circuito sempre que seja detetada uma corrente de fuga superior ao valor nominal. Normalmente é responsável pela alimentação dos disjuntores normais.

Normal

Disjuntor que pode alimentar cargas ou outros QE. É um elemento essencial na estrutura do SbM dado que é o elemento que estabelece a interligação entre os QE. A forma de interligação entre os vários QE do edifício está representada na Figura 2.1, onde cada QE é um retângulo verde que contém os diferentes tipos de disjuntores a azul. Nessa figura pode verificar-se que um disjuntor normal (N) alimenta outro QE (do nível seguinte) ou uma carga (⊗).

2.1.4 Contador

É um elemento essencial para aferir o consumo energético do edifício e existem dois tipos: Impulsos — permite apenas a leitura do consumo de energia; Integrador — passíveis de utilização no contexto da agregação automática de consumos de cada um dos sub-sistemas pois comunicam as leituras de consumos para o sistema de Gestão Técnica Centralizada (GTC)³. Conforme se verifica na Figura 2.2, que representa o esquema interno de ligação dos componentes chave de um QE, um contador pode estar associado a disjuntores normais, diferenciais e, embora não explicitado na figura, também pode estar associado a disjuntores gerais. Importa também referir que um contador pode medir vários disjuntores do mesmo tipo.

2.1.5 Carga

Elemento que representa os diversos dispositivos do edifício que consomem energia elétrica: iluminação, aquecimento, elevadores, ventilação, etc.

2.1.6 Hierarquia de Quadros Elétricos

Importa referir que o esquema do SbM segue uma lógica hierárquica: um QE é alimentado apenas por um QE e os QE de nível 1 são alimentados apenas por um PT. Estas considerações significam que o esquema do SbM de um edifício seja conforme a Figura 2.3.

³Sistema que permite monitorizar, controlar, comandar e gerir, de forma integrada, as várias instalações existentes no edifício, tais como: climatização, contadores de energia, iluminação, segurança, entre outros [3]

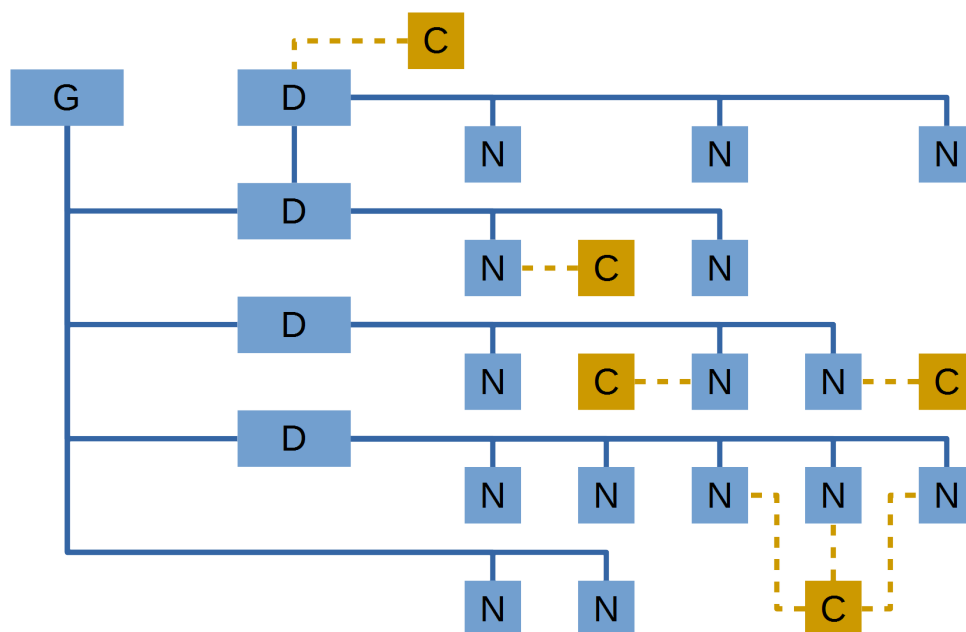


Figura 2.2: Interligação de disjuntores num QE

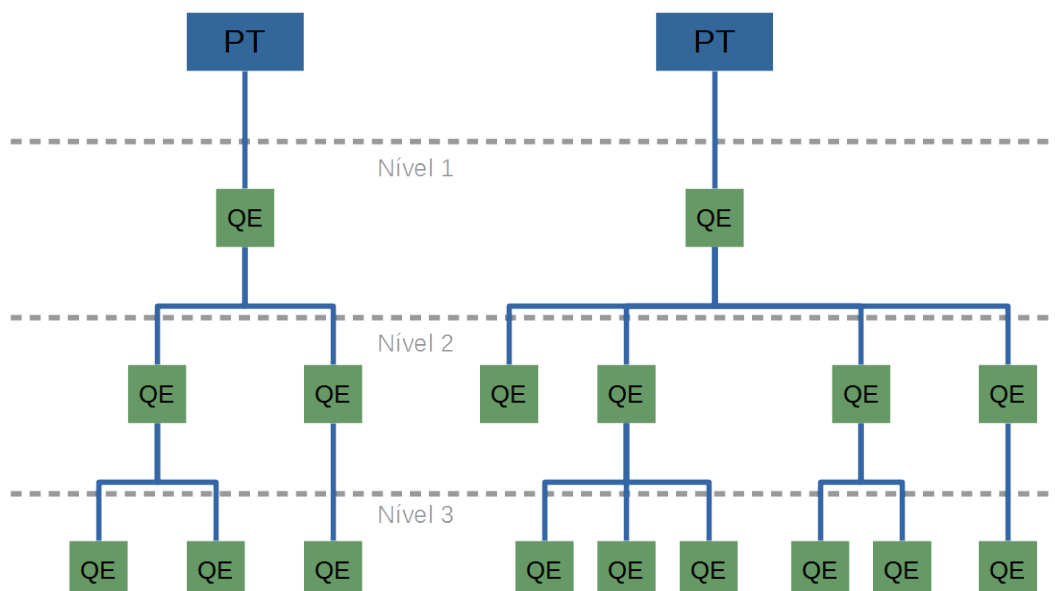


Figura 2.3: Esquema do SbM de um edifício

QUADRO ILUMINAÇÃO GERAL DOS SERVIÇOS COMUNS PISO 2 – Q.ILUM.G.S.C.2

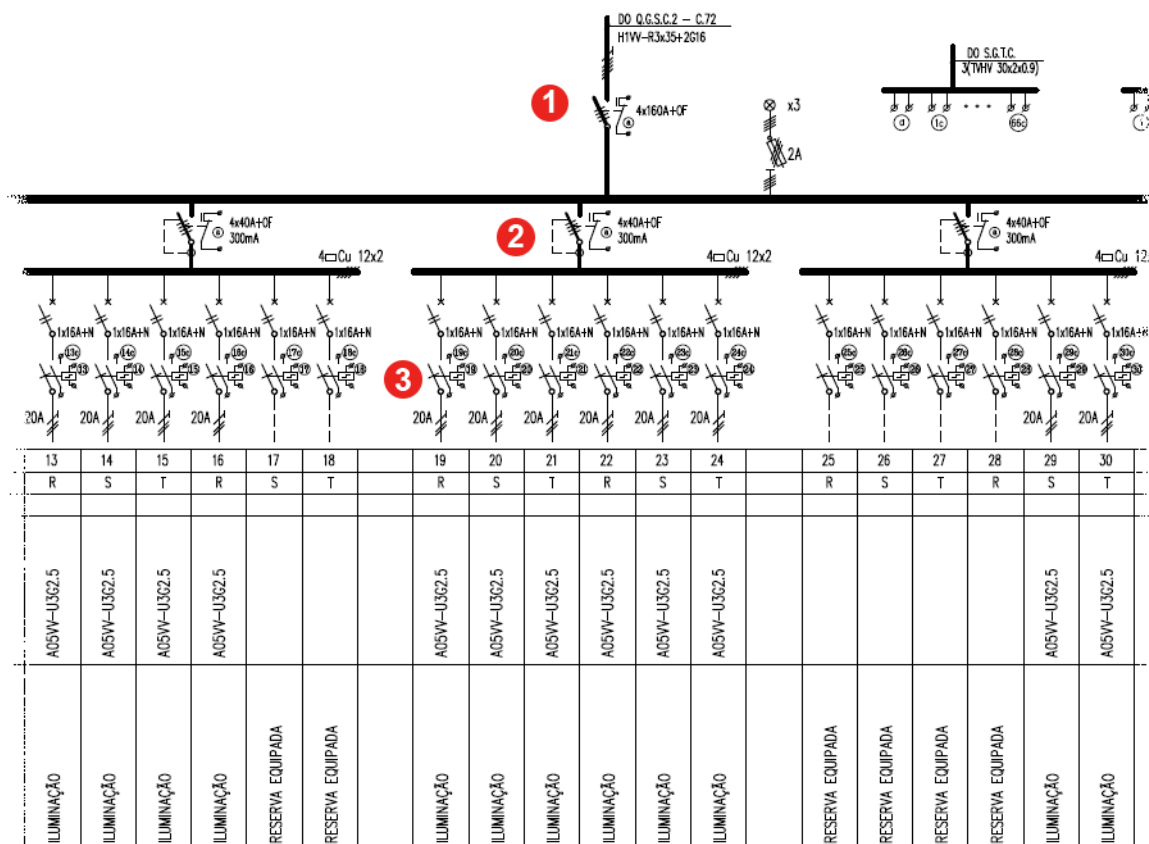


Figura 2.4: Excerto do esquema elétrico de um QE

2.2 Processo de Recolha de Dados

A informação relativa ao SbM do edifício é obtida maioritariamente através de dois métodos: documentação técnica do edifício, designadamente plantas arquitetónicas e esquemas elétricos, e através de visitas ao próprio edifício.

Documentação técnica

A documentação técnica disponível acerca do sistema elétrico do edifício é uma fonte importante de informação para a recolha de dados do SbM. Na Figura 2.4 está representado um excerto do esquema elétrico de um QE (Q.G.S.C. 2 — adiante designado Q2_05 ⁴) onde podemos identificar os três tipos de disjuntores: 1 — Geral, 2 — Diferencial e 3 — Normal. Para auxiliar na identificação das interligações dos QE utilizam-se também *PrintScreens* da aplicação que dá suporte ao sistema GTC — Figura 2.5.

⁴Código SM do QE. Consultar Secção 2.3.1.

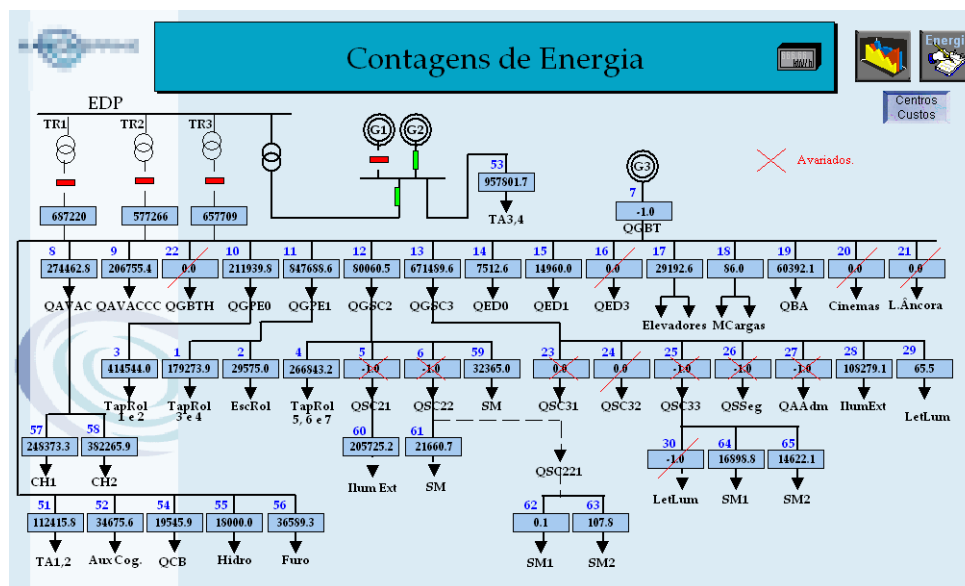


Figura 2.5: Ecrã da aplicação GTC

Visitas de campo

A documentação técnica do edifício está normalmente desatualizada por ser datada da fase de projeto. As visitas de campo servem para esclarecer dúvidas e corrigir a informação obtida através da documentação. Durante as visitas ao edifício são fotografados todos os QE relevantes para “construir” o SbM. Essas fotografias são essenciais para a confirmação de dados e registo de anotações manuscritas pelos operacionais do edifício. A Figura 2.6 contém fotografias do QE Q2_05.

2.3 Registo de dados

O registo dos dados recolhidos através da documentação técnica e das visitas de campo é efetuado numa folha de cálculo cuja estrutura é analisada em detalhe nas próximas secções.

2.3.1 Nomenclatura de designação dos elementos (Código SM)

A numeração utilizada nos QE dos edifícios, definida na fase de projeto e posteriormente alterada pelas equipas de manutenção, não permitia uma identificação inequívoca de cada elemento do SbM. A ESC rapidamente concluiu da necessidade de estabelecer uma codificação de cada elemento que permitisse identificar de forma estruturada e sistemática os elementos que constituem o SbM. Para esse efeito, a ESC criou o “Código SM” que será analisado em detalhe e que é atualmente utilizado no registo dos dados na folha de cálculo.

A nomenclatura estabelecida para esse código tem como objetivo identificar de forma rápida e fácil os seguintes dados de cada elemento do SbM:

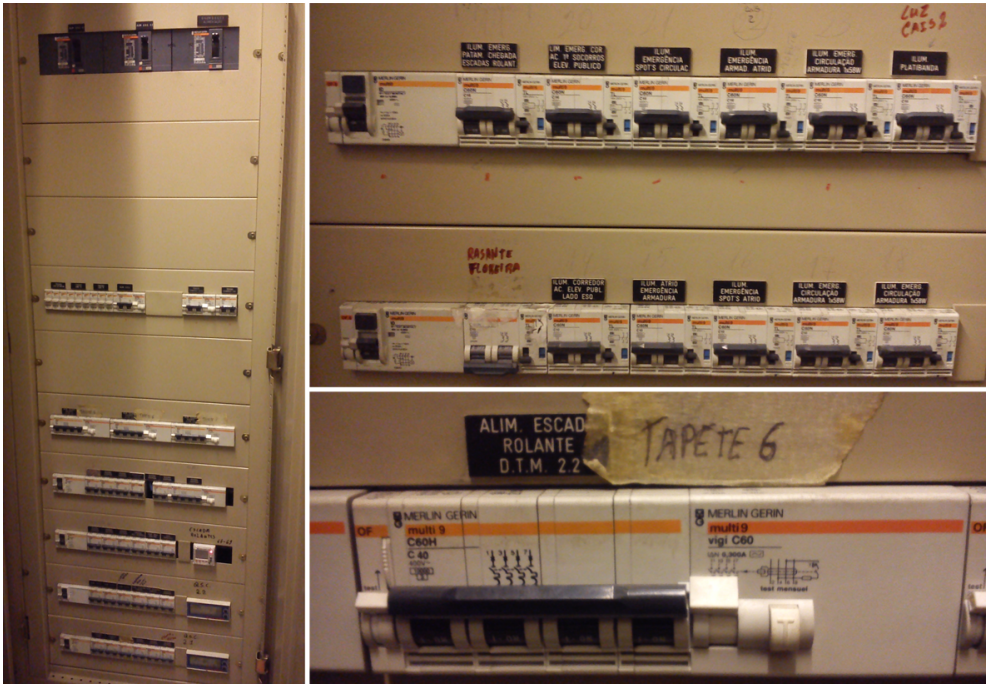


Figura 2.6: Fotografias do QE Q2_05

- Tipo de elemento;
- QE a que pertence;
- Nível na hierarquia do SbM;
- Número do elemento.

As regras da codificação SM apresentam-se na Tabela 2.1.

Para auxiliar a compreensão da codificação dos elementos do SbM, na Tabela 2.2 estão listados exemplos de codificação.

Tabela 2.1: Estrutura do código SM

Elemento	Estrutura SM	Descrição
Quadro Elétrico	Qn_xx	
Disjuntor Geral	Dn_xx_GQy	n — nível do QE
Disjuntor Diferencial	Dn_xx_Dyy	x — n.º QE
Disjuntor Normal	Dn_xx_yyy	y — n.º elemento
Contador *	Cn_xx_yyy[_yyy]	

* No Contador, a secção yyy corresponde ao disjuntor associado, caso sejam vários disjuntores utiliza-se “_” para separar os respetivos números (ex: C2_02_004_005_006)

Tabela 2.2: Exemplos de codificação de elementos do SbM

Cód. SM	Elemento	Nível QE	N.º QE	Tipo Disjuntor	N.º Disjuntor
Q4_05	QE	4	05	—	—
QN_11	QE	N	11	—	—
D2_05_GQ1	Disjuntor	2	05	Geral	01
D2_07_D15	Disjuntor	2	07	Diferencial	15
D2_02_095	Disjuntor	2	02	Normal	095
C3_03_D22	Contador	3	03	Diferencial	22
C3_14_101.102	Contador	3	14	Normal	101,102

2.3.2 Estrutura da folha de cálculo

A folha de cálculo tem uma estrutura tabular. As colunas correspondem aos parâmetros de registo e as linhas correspondem aos disjuntores. Em cada linha é registado o QE a que pertence o disjuntor, os dados do disjuntor, as saídas do disjuntor: outros disjuntores; QE; cargas; e, caso exista, os dados do contador associado. Para auxiliar a compreensão da estrutura, no Anexo A estão incluídos dois excertos do SbM do PortoShopping. De seguida são detalhadas as colunas da folha de cálculo e respetivo significado no contexto do SbM.

QUADRO

SM — Código SM do QE.

Site — Designação local do QE. Normalmente a etiquetagem associada ao QE.

Localização — Posição do QE na grelha arquitetónica do edifício.

Alimentação — Código SM do QE que alimenta este QE.

Contador — Código SM do contador, normalmente localizado no QE “Pai” que mede a energia consumida por este QE.

DISJUNTOR

SM — Código SM do Disjuntor.

Site — Designação local do QE. Normalmente contém a etiquetagem associada ao disjuntor.

Calibre — Calibre do disjuntor em unidades Ampere (A).

SAÍDAS

As seguintes três colunas representam o que cada disjuntor alimenta. Para cada disjuntor apenas uma das colunas pode estar preenchida.

Disjuntor — No caso dos disjuntores Gerais e Diferenciais, nesta coluna é registado o código SM do disjuntor alimentado. Importa referir que caso um disjuntor alimente vários outros disjuntores a linha é repetida apenas para permitir essa ligação.

Quadro — Código SM do QE alimentado por este disjuntor.

Carga — Designação da carga alimentada por este disjuntor.

CONTADOR

SM — Código SM do Contador.

Site — Designação local do Contador. Normalmente contém a etiquetagem associada ao contador.

GTC — Referência para a gestão técnica do edifício.

Tipo — Tipo contador.

ID — Código único do contador dentro do edifício. Este código é atribuído aquando da instalação do equipamento.

NOTAS

Registo de informação adicional para a compreensão dos dados. Serve também para registar qualquer anotação manuscrita que exista no local relativa ao disjuntor ou respetivo contador.

INDICADOR

Classificação da carga alimentada de acordo com uma lista pré-estabelecida de tipificação de cargas. Esta classificação é essencial para o projeto de SmD e será analisada em detalhe no capítulo seguinte.

2.4 Utilização da folha de cálculo

O registo de dados na folha de cálculo é efetuado de forma manual. Não existe nenhum mecanismo de validação dos dados inseridos. Devido à repetição da informação em cada disjuntor (ex: QE a que pertence o disjuntor), muitos dados são inseridos com recurso ao método *copy/paste*. A extensão horizontal da folha de cálculo obriga a constantes operações de *scroll* para visualizar toda a informação relativa a um disjuntor.

Relativamente à pesquisa de informação são utilizadas as ferramentas de filtragem automática e localização da folha de cálculo. Este sistema tem algumas limitações pois apenas permite filtragem de atributos que tenham correspondência em colunas. Por exemplo, não é possível listar os disjuntores diferenciais de um determinado QE pois não existe nenhuma coluna para tipo de disjuntor. A mesma limitação aplica-se à filtragem de QE por piso.

2.5 Conclusões

Neste capítulo foi explicado em detalhe o conceito de SbM. Foram descritos os procedimentos para obtenção dos dados e analisada a metodologia em uso na empresa para registar a informação do SbM. Dessa análise, conclui-se que a folha de cálculo permite grande flexibilidade na manipulação dos dados, no entanto, apresenta as seguintes limitações:

- Introdução de dados por um utilizador de cada vez;
- Recurso intensivo ao *Copy/Paste* com elevado risco de erros;
- Ausência de validação dos dados inseridos;
- Ausência de mecanismos para garantir a nomenclatura de designação dos elementos;
- Ausência de autenticação no acesso/edição dos dados;
- Vulnerabilidade dos dados;
- Redundância dos dados;
- Falta de consistência dos dados;
- Difícil leitura da informação.

Os dados reunidos na folha de cálculo contêm em si mesmos informação valiosa acerca do mapeamento dos QE do edifício, no entanto, no âmbito da atividade da ESC, o principal objetivo deste registo é a extração do conhecimento da distribuição dos diferentes tipos de cargas para a definição das estratégias de *Sub-metering* que serão abordadas no capítulo seguinte.

Capítulo 3

Sub-metering Design

Neste capítulo são analisados os conceitos chave do *Sub-metering Design* (SmD), assim como a informação relevante do SbM para as estratégias de medição. É também descrito o processo em uso na empresa para o desenho das estratégias de *sub-metering*.

3.1 Introdução

Para melhorar a eficiência energética de um edifício é fundamental conhecer o consumo de cada um dos subsistemas, por exemplo, Iluminação, Ventilação, Refrigeração, Transporte Mecânico, de forma a identificar as oportunidades de melhoria.

A informação fornecida pelo SbM do edifício permite verificar quais os contadores associados a cada tipo de carga e concluir da necessidade de instalar novos contador que permitam aferir com razoável precisão o consumo dos subsistemas.

A instalação de novos contadores obedece sempre a um princípio de custo/benefício, sendo necessário analisar se o custo de instalação de determinado contador permite um aumento significativo na representatividade da estratégia de *sub-metering*.

3.2 Indicadores

Para conseguir extrair informação relevante dos consumos medidos pelos contadores é necessário tipificar as cargas controladas pelos disjuntores e agregá-las em indicadores correspondentes aos sistemas relevantes. Na Tabela 3.1 estão listados os indicadores utilizados no SmD. Esta tipificação corresponde à coluna “Indicadores” na folha de cálculo do SbM. O processo de SmD implica estabelecer uma estratégia de medição de consumos para cada um dos indicadores.

3.3 Estratégia

A estratégia de *sub-metering* é composta pela lista de contadores a somar ou a subtrair que no conjunto permitem conhecer o consumo do sub-sistema associado a um indicador, por exemplo:

Tabela 3.1: Lista de Indicadores para SmD

Referência	Nome
IM	Iluminação de Mall
TM	Transporte Mecânico
IPC	Iluminação de Parques Cobertos
VPC	Ventilação de Parques Cobertos
CH-AVAC	<i>Chillers</i> AVAC
BC-AVAC	Bombas de Condensação AVAC
TA-AVAC	Torres de Arrefecimento AVAC
BP-AVAC	Bombas de Primário AVAC
BS-AVAC	Bombas de Secundário AVAC
V-AVAC	Ventilação Regulada AVAC

Transporte Mecânico. Para além da lista de contadores, é necessário calcular dois parâmetros importantes para caraterizar uma estratégia:

Representatividade — Percentagem de disjuntores do indicador cobertos pela estratégia em relação ao total de disjuntores do SbM associados a esse indicador. Pode ser calculado em termos de quantidade de disjuntores ou da soma dos respetivos calibres.

Ruído — Percentagem de disjuntores fora do indicador cobertos pela estratégia em relação ao total de disjuntores abrangidos pela estratégia. Pode ser calculado em termos de quantidade de disjuntores ou da soma dos respetivos calibres.

3.3.1 Mapas Auxiliares

Para determinar uma estratégia são necessários mapas auxiliares que permitem analisar a representatividade da estratégia, assim como o ruído introduzido nas medições de cargas que não pertencem ao indicador.

BOARD

Na Figura 3.1 está representado o mapa BOARD para o indicador IM. De forma a auxiliar a interpretação do mapa, a Tabela 3.2 contém o significado das colunas do mapa.

De forma resumida é apresentado de seguida o processo que é utilizado na ESC para a construção deste mapa partir da informação contida no SbM:

1. Na coluna Indicadores, filtrar excluindo os brancos. A lista que aparece é a dos disjuntores relevantes para a estratégia de SmD.
2. Como mecanismo de controlo, identificar os QE relevantes e contar, para cada um deles, o número de disjuntores relevantes.
3. Na coluna Indicadores, remover o filtro. A lista que aparece é de todos os disjuntores.

4. Na coluna Quadro/Referência/SM filtrar pela referência de um QE relevante. A lista que aparece é a dos disjuntores pertencentes ao QE em análise. Contar os disjuntores. Repetir para todos os QE relevantes.
5. Produzir tabela com lista de QE relevantes, indicando, para cada um deles, o número de disjuntores relevantes e o número total de disjuntores (para ajudar a estruturar o projeto e como mecanismo de controle).
6. Para cada QE relevante, identificar se tem ou não contador e, se for o caso, o tipo de contador. Incluir essa indicação na tabela.
7. Fazer uma análise prévia. Quadros em que a maioria dos disjuntores sejam relevantes e com contador, podem ser contabilizados no contador do QE. Quadros com poucos disjuntores relevantes e muitos disjuntores já obrigarão à instalação de contadores nos disjuntores relevantes.
8. Passar para o projeto de SmD cada QE relevante (no respectivo nível).
9. Para cada QE relevante, passar todos os disjuntores relevantes para o projeto de SmD (código SM e Site). Incluir também contadores, se aplicável.
10. Para cada QE relevante, incluir no projeto de SmD uma descrição dos contadores não relevantes.
11. Fazer uma análise final de estratégia de contagem.

NOISE

Na Tabela 3.3 está resumida a informação do mapa NOISE para o indicador Iluminação de Mall. Este mapa pode ser consultado no Anexo B.

Este mapa é fundamental para perceber em detalhe o ruído (cargas fora do Indicador) que estão a ser captadas, em cada QE, pela estratégia.

3.3.2 Resumo

Na Tabela 3.4 está representado o resumo da estratégia para o indicador IM. Neste mapa é possível perceber os contadores que fazem parte desta estratégia e se estão a somar ou subtrair. Caso os contadores estejam assinalados a vermelho significa que é necessária uma intervenção para instalação do contador. Caso estejam assinalados a amarelo será necessário substituir o contador de impulsos existente por um contador integrador. O mapa original pode ser consultado no Anexo B.

SUB-METERING DESIGN - WALL LIGHTING (BOARD)																														
QUADRO										DISJUNTORES (Excluindo Quadros)										CALIBRES (Excluindo Quadros)										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Nivel		Totais				Iv[%]		Contador		IM		Com Contador		Reserv. / Desact.		Ruido		Falhas		IM		Com Contador		Reserv. / Desact.		Ruido		Falhas		
					Obj.(Qt.)	Cal.(A)	Disj.(Qt.)	Cal.(A)		Qt.	%	Contador	Qt.	%	Qt.	%	Qt.	%	Qt.	A	%	Contador	A	%	A	%	A	%	A	
1	Q2_01				100	1243	0%	0%	C1_01_001	1	1%								1	10	1%								10	
	Q3_01				80	887	0%	0%		1	1%								1	10	1%								10	
	Q2_03				101	1260	1%	1%	C1_01_003	2	2%								2	20	2%								20	
	Q3_04				87	948	1%	1%		2	2%								2	20	2%								20	
	Q2_05				148	1971	22%	19%	C1_01_005	55	37%		9	6%	31	21%	53	36%		669	34%		216	11%	450	23%	636	32%		40
	Q3_07				42	536	2%	1%	C2_05_001	4	10%								4	40	7%								0	
	Q4_01				7	145	0%	0%		0	0%								0	0	0%								0	
	Q3_08				59	739	2%	1%	C2_05_002	4	7%								4	40	5%								40	
	Q4_02				32	404	0%	0%		0	0%								0	0	0%								0	
	Q4_03				19	283	2%	1%		4	21%								4	40	14%								40	
	Q3_09				68	1106	16%	19%		41	60%				23	34%	4	6%		656	59%		64	4%	550	36%	420	27%		
	Q2_06				117	1537	17%	15%	C1_01_006	44	38%		3	3%	39	33%	31	26%		503	33%									
	Q3_10				39	607	3%	2%	C2_06_001	8	21%								8	80	13%								80	
	Q3_11				33	499	0%	0%	C2_06_002	0	0%								0	0	0%									
	Q3_12				53	756	0%	0%	C2_06_003	1	2%								1	16	2%								16	
	Q4_05				6	78	0%	0%		0	0%								0	0	0%									
	Q4_06				29	388	2%	3%		6	21%								6	92	24%								92	
	Q4_07				30	480	9%	10%	C3_12_003	22	73%				8	27%	0	0%		352	73%				128	27%	0	0%		
	Q3_13				74	1184	21%	24%		53	72%				18	24%	3	4%		836	71%				282	24%	66	6%		
	Q3_14				16	193	0%	0%	C2_06_005	1	6%								1	10	5%								10	
	Q3_15				32	456	1%	1%	C2_06_006	2	6%								2	20	4%								20	
	Q4_08				9	129	0%	0%		0	0%								0	0	0%								0	
	Q3_16				10	100	2%	1%		4	40%				4	40%	2	20%		40	40%				40	40%	20	20%		
TOTAL					437	6278	86%	88%		219		12	12	123	93				0	3056		280		1818		1224			0	
TOTAL					1191	15929	100%	100%		255		12	12	123	93				36	3454		280		1818		1224			398	

Figura 3.1: Mapa BOARD: Iluminação Mall (IM)

Tabela 3.2: Colunas no Mapa BOARD

Coluna	Descrição
1 → 5	QE relevantes, isto é, que incluem disjuntores de Iluminação Mall (IM): Ref. (SbM) e nível. Também são incluídos os QE “filhos”
6	Número total de disjuntores do QE (Qt.)
7	Somatório dos calibres de todos os disjuntores do QE (Ampere)
8	Disjuntores do QE que alimentam cargas de IM (% do número total de disjuntores de IM)
9	Disjuntores do QE que alimentam cargas de IM (% do somatório dos calibres de todos os disjuntores de IM)
10	Referência (SbM) do contador que mede o consumo do QE, instalado no QE “pai”(quando aplicável)
11	Disjuntores do QE que alimentam cargas de IM (Qt.)
12	Disjuntores do QE que alimentam cargas de IM (% do número total de disjuntores do QE)
13	Referência (SbM) do(s) contador(es) instalado(s) no(s) disjuntor(es) (quando aplicável)
14	Disjuntores do QE equipados com contadores que alimentam cargas que não são de IM (Qt.)
15	Disjuntores do QE equipados com contadores que alimentam cargas que não são de IM (% do número total de disjuntores do QE)
16	Disjuntores do QE que alimentam reservas ou que estão desativados (Qt.)
17	Disjuntores do QE que alimentam reservas ou que estão desativados (% do número total de disjuntores do QE)
18	Disjuntores do QE que alimentam cargas ativas que não são de IM e não dispõem de contador (Qt.)
19	Disjuntores do QE que alimentam cargas ativas que não são de IM e não dispõem de contador (% do número total de disjuntores do QE)
20	Disjuntores de IM que não serão alvo de monitorização (Qt.)
21	Somatório dos calibres dos disjuntores do QE que alimentam cargas de IM(Ampere)
22	Somatório dos calibres dos disjuntores do QE que alimentam cargas de IM (% do somatório dos calibres da totalidade dos disjuntores do QE)
23	Referência (SbM) do(s) contador(es) instalado(s) no(s) disjuntor(es) (quando aplicável)
24	Somatório dos calibres dos disjuntores do QE equipados com contadores que alimentam cargas que não são IM (Ampere)
25	Somatório dos calibres dos disjuntores do QE equipados com contadores que alimentam cargas que não são IM (% do somatório dos calibres da totalidade dos disjuntores do QE)
26	Somatório dos calibres dos disjuntores do QE que alimentam reservas ou que estão desativados (Ampere)
27	Somatório dos calibres dos disjuntores do QE que alimentam reservas ou que estão desativados (% do somatório dos calibres da totalidade dos disjuntores do QE)
28	Somatório dos calibres dos disjuntores do QE que alimentam cargas ativas que não são IM e não dispõem de contador (Ampere)
29	Somatório dos calibres dos disjuntores do QE que alimentam cargas ativas que não são IM e não dispõem de contador (% do somatório dos calibres da totalidade dos disjuntores do QE)
30	Somatório dos calibres dos disjuntores de IM que não serão alvo de monitorização (Ampere)

Tabela 3.3: Resumo do Mapa NOISE — Iluminação de Mall

QE	Carga	Disjuntores	
		Qt	Calibre
Q2_05	Letreiros Saída	14	140
	Tomadas	10	160
	Iluminação CT	9	96
	Iluminação IS	3	36
	Sistema CCTV	3	30
	Anúncios Luminosos	2	32
	Iluminação Diretório	2	20
	Telefones	2	12
	Tensão de Comando	2	26
	Quadro não relevante	1	16
	Iluminação exterior	1	10
	Alim. Compact. Lixo	1	20
	Botões pressão	1	6
	Retentores portas	1	6
	U.C.L.	1	16
	TOTAL	53	636
Q3_09	Diretórios	2	50
	Reclamos	2	32
	TOTAL	4	82
Q2_06	Letreiros saída	6	60
	Tomadas	6	96
	Sistema CCTV	4	64
	Iluminação CT	3	26
	Anúncios luminosos	3	42
	Portas automáticas	2	32
	Telefones	2	32
	Tensão de comando	2	26
	Diretório	1	10
	Relógio	1	16
	Semáforo	1	16
	TOTAL	31	420
Q3_13	Diretórios	2	50
	Tomadas	1	16
	TOTAL	3	66
Q3_16	Quadro não relevante	1	10
	Ilum. Áreas Técnicas	1	10
	TOTAL	2	20

Tabela 3.4: Resumo da estratégia Iluminação Mall (IM)

QUADRO					SOMAR		SUBTRAIR	
Nível					Contador		Contador	
1	2	3	4	5	Ref SM	ID	Ref SM	ID
	Q2_05						C2_05_007_008_009	4
		Q3_07					C2_05_D25	59
			Q4_01				C2_05_001	5
		Q3_08			C1_01_005	12	C2_05_002	6
			Q4_02					
			Q4_03					
		Q3_09						
	Q2_06						C2_06_082	4
		Q3_10					C2_06_088_089	29
		Q3_11			C1_01_006	13	C2_06_001	23
		Q3_12					C2_06_002	24
			Q4_05				C2_06_003	25
			Q4_06				C2_06_005	26
			Q4_07				C2_06_006	27
		Q3_13						
		Q3_14						
		Q3_15			C3_12_003	—		
			Q4_08					
		Q3_16						

3.4 Relatório de Sub-metering

Este documento tem como objetivo final o ajuste do sistema de *sub-metering* dos consumos de energia do edifício. Para esse efeito inclui uma síntese das estratégias planeadas e listagem de alterações ou novas instalações de contadores. Contém também aspetos de análise económica relativamente ao custo-benefício das alterações a implementar [4].

3.5 Conclusões

O projeto de SmD baseia-se nos dados registados no SbM. A base de registo da informação é também uma folha de cálculo com as dificuldades já identificadas no SbM às quais importa acrescentar as seguintes:

- Dessincronização entre SbM e SmD;
- Vulnerabilidade a erros na agregação dos dados;
- A obtenção dos mapas auxiliares ao projeto de SmD implica um trabalho de vários dias;
- O esforço despendido na agregação dos dados poderia ser utilizado na formulação de diferentes estratégias para cada indicador;
- Muitos dos cálculos efetuados são repetitivos e podem ser automatizados tornando o processo muito mais rápido e facilmente atualizável em caso de alterações ao SbM.

De forma a resolver as limitações verificadas na obtenção dos dados para o SmD, assim como no registo dos dados do SbM, serão analisadas no próximo capítulo as tecnologias disponíveis para o desenvolvimento da aplicação e proposto um protótipo que será especificado no Capítulo 5.

Capítulo 4

Tecnologias Disponíveis

Neste capítulo são analisadas as tecnologias disponíveis para implementar a solução proposta, baseada numa aplicação web.

4.1 Introdução

O desenvolvimento de uma aplicação web implica uma série de escolhas relativamente às tecnologias a utilizar em cada uma das camadas da aplicação. Em face das múltiplas tecnologias disponíveis é, portanto, fundamental estabelecer um racional que permita selecionar a mais adequada para cada função. Os dois vetores que orientaram a seleção de potenciais tecnologias foram:

Custos de Aquisição/Licenciamento — A Edifícios Saudáveis é uma empresa cuja atividade não está relacionada com o desenvolvimento de software e, portanto, não dispunha de licenças de software para desenvolvimento. Nesse contexto, decidiu-se selecionar tecnologias que não implicassem qualquer custo de aquisição para a empresa e cujo licença permitisse proteger o código desenvolvido. Após uma breve análise aos termos das licenças de *software* de código aberto [5], concluiu-se que as mais adequadas ao contexto de desenvolvimento da aplicação seriam: MIT, Apache, LGPL e BSD.

Estabilidade/Fiabilidade — Seria também importante a escolha de tecnologias estáveis e com maturidade de desenvolvimento, pelo que, *a priori*, tecnologias emergentes estariam excluídas.

4.2 Frameworks de desenvolvimento

Apesar de no contexto da dissertação a função principal da aplicação a desenvolver ser uma prova de conceito, a empresa manifestou real interesse em obter uma ferramenta de apoio às análises do consumo energético dos edifícios. A possibilidade desta aplicação ser utilizada em ambiente de produção, com as inerentes necessidades de manutenção e escalabilidade do código,

recomendava a utilização de uma *framework* de desenvolvimento que facilitasse essas tarefas. Devido à experiência já existente em desenvolvimento PHP apenas foram consideradas *frameworks* baseadas nessa linguagem, de forma a maximizar o tempo disponível para a implementação.

Funcionalidades chave

Existem inúmeras *frameworks* de desenvolvimento baseadas em PHP. Para auxiliar na seleção, foram estabelecidas as características e funcionalidades mais importantes que deveriam estar presentes como componentes base da *framework*, de forma a garantir a interoperabilidade entre componentes e a melhor documentação disponível.

MVC

MVC é um *design pattern* [6] que promove a separação de responsabilidades entre as diferentes camadas lógicas da aplicação através de três componentes:

Modelo — Responsável pelo estado da aplicação e que representa o domínio do problema.

Vista — Responsável pela apresentação dos dados contidos no Modelo.

Controlador — Estabelece a ligação entre a Vista e o Modelo. Responsável por alterar o Modelo em função das ações realizadas pelo utilizador na Vista.

ORM — *Object-Relational Mapping*

Numa aplicação é necessário garantir a persistência dos dados, normalmente através de uma base de dados. No contexto de utilização de uma base de dados relacional o mapeamento dos objetos em memória para registos nas tabelas da BD torna-se difícil dando origem ao designado *Object-Relational Mismatch* [7] que em termos simples significa que as duas realidades não se conjugam. Para resolver esse problema, algumas *frameworks* integram um componente que estabelece o mapeamento dos objetos na camada de dados. Normalmente implementado através do *design pattern Active Record* [8].

RESTful

A possibilidade de implementação da UI da aplicação com recurso a uma *framework* baseada no conceito *Single Page Application* (SPA), obrigava ao desenvolvimento de uma *Application Programming Interface* (API) para a comunicação entre a lógica de apresentação e a lógica de negócios. Para facilitar a implementação dessa API, a *framework* deveria conter mecanismos para facilitar a criação de controladores RESTful.

Autenticação e Autorização

A Autenticação e Autorização (A&A) é um componente que facilita as tarefas de autenticação do utilizador na aplicação e de autorização do acesso a recursos da aplicação.

Tabela 4.1: Matriz de análise de funcionalidades

<i>Framework</i>	<i>Licença</i>	<i>MVC</i>	<i>ORM</i>	<i>RESTful</i>	<i>A&A</i>	<i>Queues</i>	<i>l10n</i>
CakePHP	MIT	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Symfony	MIT	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim
Laravel	MIT	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Phalcon	BSD	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
CodeIgniter	MIT	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Zend	New BSD	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim
Yii	New BSD	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim

Queues

Com o objetivo de tornar a experiência de utilização da aplicação mais fluída, por vezes é necessário diferir a execução de tarefas que impliquem o uso intensivo de recursos do servidor. Para os cenários de importação/exportação de dados do SbM, esta é uma funcionalidade importante.

Localização

A facilidade em apresentar o conteúdo num idioma diferente é um aspeto importante num potencial contexto de utilização da aplicação por parte de empresas clientes da ESC sediadas no estrangeiro. Os componentes que implementam esta funcionalidade são normalmente designados por “l10n”¹.

Após uma breve pesquisa pelas mais utilizadas [9] foram analisadas as funcionalidades das seguintes *frameworks*: CakePHP [10], Symfony [11], Laravel [12], Phalcon [13], Codeigniter [14], Zend [15], Yii [16]. Na Tabela 4.1 está resumida a análise a cada uma das *frameworks*.

4.3 Base de Dados

Devido à natureza tabular dos dados, a escolha natural seria por um Sistema de Gestão de Base Dados (SGBD) relacional baseado em tecnologia *Open Source*. Foram analisados três sistemas: MySQL [17], SQLite [18] e PostgreSQL [19].

O SQLite é um sistema contido num único ficheiro sem necessidade de administração ou configuração tornando-o a solução ideal para utilizar em sistemas de baixa complexidade. Como foi ponderada a possibilidade de gravar imagens JPEG e plantas arquiteturais do edifício na base de dados, este SGBD não foi considerado.

Relativamente ao MySQL e PostgreSQL, estes SGBD são praticamente idênticos em termos de funcionalidades e características, sendo que a diferença fundamental está na filosofia de desenvolvimento: o MySQL é detido e financiado pela Oracle; o PostgreSQL não é detido por nenhuma empresa e conta com uma comunidade global de pessoas e empresas que contribuem para o seu desenvolvimento. Na Tabela 4.2 estão listadas as licenças de cada um dos sistemas.

¹ Abreviatura que representa o número de caracteres entre a primeira e a última letra do termo inglês *localization*

Tabela 4.2: Licenças dos SGBD

SGBD	Licença
MySQL	GNU General Public License
SQLite	Domínio Público
PostgreSQL	MIT

4.4 *Offline First!*

A informação contida no SbM é de bastante utilidade para as equipas de manutenção dos edifícios. Numa arquitetura tradicional “cliente-servidor” os dados residem do lado do servidor. Isso implica a existência de uma ligação permanente de dados para o utilizador consultar e atualizar a informação guardada. No contexto desta dissertação, um dos problemas dessa arquitetura é o facto de muitas vezes as equipas de manutenção se encontrarem em locais, dentro do edifício, sem qualquer tipo de ligação de dados, seja através de tecnologia Wi-Fi ou rede móvel 3G/4G. Neste contexto foi equacionado o desenvolvimento de uma aplicação para utilização por parte dos operacionais baseada no conceito *Offline First!* [20].

Este conceito surge com o objetivo de dar resposta aos problemas relacionados com ligações à Internet de baixa qualidade e põe em primeiro plano as necessidades do utilizador. Espera-se que o tempo resposta do servidor deixe de ser um problema para o utilizador e que as Aplicações Web passem a poder ser usadas *offline*.

4.5 Conclusões

A liberdade total na escolha tecnológica parece, *a priori*, a situação ideal para o desenvolvimento de uma aplicação. A diversidade de opções, no entanto, apresenta diversos desafios designadamente: seleção inicial, análise de características e justificação das escolhas.

Neste capítulo apresentou-se uma seleção de tecnologias disponíveis adequadas para o desenvolvimento da aplicação com o objetivo de auxiliar a especificação da arquitetura tecnológica — um dos pontos que será analisado no próximo capítulo de especificação do protótipo.

Capítulo 5

Protótipo *Swi.M*

Este capítulo é dedicado à especificação dos requisitos funcionais e não-funcionais da aplicação que servirá como prova de conceito. São também especificados o protótipo de interface do utilizador e a arquitetura da aplicação.

5.1 Análise de Requisitos

Os requisitos funcionais e não-funcionais da aplicação serão especificados em UML (Unified Modeling Language): atores, *user stories* e modelos conceptuais [21].

5.1.1 Cenários de utilização

De forma a especificar as funcionalidades da aplicação *Swi.M*, é necessário identificar os cenários de utilização, para serem analisados e discutidos com os responsáveis da empresa.

Um cenário de utilização é a descrição de um potencial contexto de operação do sistema por parte de um utilizador, servindo nesta fase o objetivo principal de identificar os requisitos processuais e não os aspetos técnicos [21]. Os atores são identificados e os cenários em que participam são descritos através de *user stories*.

Atores

Na Figura 5.1 está representada a relação entre os atores da aplicação. A Tabela 5.1 tem uma breve descrição de cada um.

User Stories

Os cenários de utilização identificados estão agregados por ator e listados nas Tabelas 5.2 a 5.6. Na descrição dos cenários utilizou-se o idioma das *user stories*¹.

¹“Como <ator>, quero <um objetivo>, para <obter um resultado>” [21]

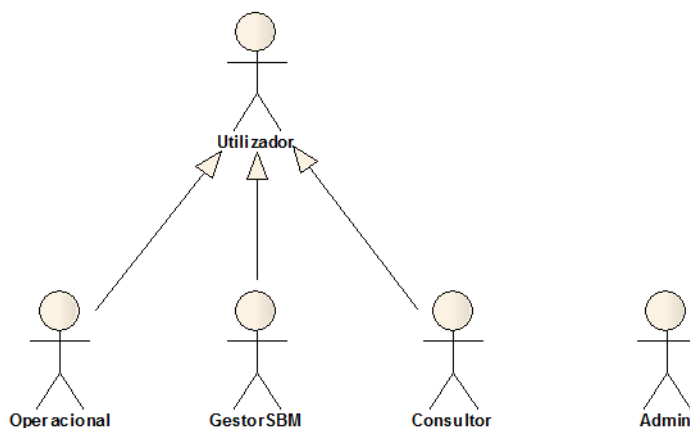


Figura 5.1: Atores

Tabela 5.1: Atores

Nome	Descrição
Utilizador	Utilizador autenticado na aplicação
Operador	Operacional de manutenção do edifício
GestorSBM	Responsável pelo registo e manutenção da informação do Switchboard Map (SbM)
Consultor	Responsável pelo desenho das estratégias de Sub-metering
Admin	Administrador da aplicação

Tabela 5.2: User Stories: Utilizador

Identif.	Nome	Priorid.	Descrição
USU01	Alterar perfil	Média	Como <i>Utilizador</i> quero alterar a informação do meu perfil para que a informação esteja atualizada

Tabela 5.3: User Stories: Operacional

Identif.	Nome	Priorid.	Descrição
USO01	Procurar Disjuntor	Média	Como <i>Operacional</i> quero saber qual o disjuntor que desliga determinado tipo de carga para efetuar a manutenção
USO02	Procurar QE	Média	Como <i>Operacional</i> quero listar todos os disjuntores e contadores que fazem parte de um quadro elétrico para verificar se a informação está correta
USO03	Procurar Tipo Carga	Média	Como <i>Operacional</i> quero saber qual o tipo de carga e descrição que corresponde a determinado disjuntor para conhecer o efeito da operação a realizar
USO04	Ver Planta	Baixa	Como <i>Operacional</i> quero visualizar a planta do piso para encontrar mais facilmente o local de um quadro elétrico
USO05	Reportar erro	Média	Como <i>Operacional</i> quero reportar que a informação registada, relativa a um quadro elétrico, está errada para que o SbM seja atualizado
USO06	Atualizar BDlocal	Baixa	Como <i>Operacional</i> quero atualizar a BD local para ter acesso à última versão aprovada do SbM

Tabela 5.4: User Stories: GestorSBM

Identif.	Nome	Priorid.	Descrição
USG01	Adicionar Pisos Locais	Alta	Como <i>GestorSBM</i> quero introduzir a informação de cada piso e respetivos locais para poder localizar os quadros elétricos e os PT
USG02	Adicionar Planta do Piso	Baixa	Como <i>GestorSBM</i> quero carregar na aplicação um ficheiro com a planta do piso para ajudar na localização dos quadros elétricos e dos PT
USG03	Adicionar PT	Alta	Como <i>GestorSBM</i> quero adicionar um PT para saber qual o PT que alimenta os quadros elétricos de nível 1
USG04	Adicionar Transformador	Alta	Como <i>GestorSBM</i> quero adicionar um transformador para conhecer os transformadores que fazem parte de um PT
USG05	Adicionar Contador PT	Alta	Como <i>GestorSBM</i> quero criar e associar um contador a um PT para saber o total da energia fornecida por esse PT
USG06	Adicionar Contador Transformador	Alta	Como <i>GestorSBM</i> quero criar e associar um contador a um transformador para saber o total da energia fornecida por esse transformador
USG07	Adicionar QE	Alta	Como <i>GestorSBM</i> quero adicionar um quadro elétrico e respetivos disjuntores e contadores para construir o SbM
USG08	Adicionar Indicador	Alta	Como <i>GestorSBM</i> quero adicionar um indicador para poder classificar as cargas
USG09	Classificar a Carga	Alta	Como <i>GestorSBM</i> quero associar uma indicador a uma carga para poder agregar cargas por indicador
USG10	Imprimir ListaA4QE	Média	Como <i>GestorSBM</i> quero imprimir uma folha A4 com toda a informação do quadro elétrico para ser afixada junto do mesmo
USG11	Importar SbM	Média	Como <i>GestorSBM</i> quero importar a informação do SbM contida numa folha de cálculo para aproveitar a informação já registada
USG12	Exportar SbM	Média	Como <i>GestorSBM</i> quero exportar para uma folha de cálculo os dados do SbM para manipular os dados com mais flexibilidade
USG13	Ver Erros Reportados	Média	Como <i>GestorSBM</i> quero visualizar a lista de erros reportados pelos operacionais para atualizar o SbM em conformidade
USG14	Adicionar VersãoSB-Map	Baixa	Como <i>GestorSBM</i> quero adicionar uma versão e associar todos os registos do <i>log</i> desde a última versão aprovada do SbM
USG15	Aprovar VersãoSB-Map	Baixa	Como <i>GestorSBM</i> quero aprovar uma versão do SbM para que a aplicação atualize a BDlocal do Operacional

Tabela 5.5: *User Stories*: Consultor

Identif.	Nome	Priorid.	Descrição
USC01	Criar Estratégia	Alta	Como <i>Consultor</i> quero criar uma estratégia de sub-metering relativa a um indicador para gerar os mapas BOARD e NOISE
USC02	Gerar Board	Alta	Como <i>Consultor</i> quero gerar o mapa BOARD relativo a um indicador para decidir quais os contadores que devem integrar a estratégia
USC03	Selecionar ContadorQE	Média	Como <i>Consultor</i> quero selecionar contadores (de QE) a somar ou subtrair, no mapa BOARD, para construir a estratégia de sub-metering
USC04	Lista QEsomar	Média	Como <i>Consultor</i> quero visualizar os quadros elétricos integrados a somar que tenham contadores de cargas fora do indicador para decidir se esses contadores devem integrar a estratégia
USC05	Lista Qesubtrair	Média	Como <i>Consultor</i> quero visualizar os quadros elétricos integrados a subtrair que tenham contadores de cargas do indicador para decidir se esses contadores devem integrar a estratégia
USC06	Selecionar Contador-Carga	Média	Como <i>Consultor</i> quero selecionar os contadores de cargas a somar ou subtrair à estratégia para diminuir a quantidade de ruído na estratégia
USC07	Exportar Board	Média	Como <i>Consultor</i> quero exportar para ficheiro CSV o mapa BOARD para poder manipular os dados na folha de cálculo
USC08	Exportar Noise	Média	Como <i>Consultor</i> quero exportar para ficheiro CSV o mapa NOISE para poder manipular os dados na folha de cálculo

Tabela 5.6: *User Stories*: Admin

Identif.	Nome	Priorid.	Descrição
USA01	Adicionar Utilizador	Alta	Como <i>Admin</i> quero registar um Utilizador para se poder autenticar no SI
USA02	Atribuir Perfil	Média	Como <i>Admin</i> quero atribuir um Perfil a um Utilizador para estabelecer permissões
USA03	Configurar SI	Média	Como <i>Admin</i> quero parametrizar o SI para funcionar corretamente
USA04	Editar Empresa	Alta	Como <i>Admin</i> quero registar os dados da empresa para identificar a entidade gestora do edifício
USA05	Adicionar Edifício	Alta	Como <i>Admin</i> quero registar um novo edifício para permitir registar os dados do SbM desse edifício

Tabela 5.7: Regras de Negócio

Identif.	Nome	Descrição
BR01	PT-QE	Um QE de nível 1 apenas pode ser alimentado por um PT
BR02	Contador	Cada Contador pode estar associado a apenas um tipo de entidade: Disjuntor, PT, Transformador
BR03	Nível	Se QE_x alimenta QE_y , então $y = x + 1$
BR04	Interv. Vermelha	Para instalar um novo contador integrador é associada uma intervenção do tipo vermelha
BR05	Interv. Amarela	Para instalar um contador integrador em substituição de um contador de impulsos é associada uma intervenção do tipo amarela
BR06	Contador-Disjuntor	Um Contador pode estar associado a vários disjuntores se estes forem todos do mesmo tipo

5.1.2 Requisitos Suplementares

Nesta secção são especificados os requisitos técnicos e regras de funcionamento da aplicação.

As regras de negócio definem e condicionam aspetos do sistema a nível estrutural e funcional [21]. Na Tabela 5.7 estão listadas as regras de negócio que a aplicação deverá cumprir.

Os requisitos técnicos referem-se às características técnicas que o sistema deve cumprir, por exemplo a nível de performance, fiabilidade e disponibilidade [21]. Na Tabela 5.8 estão listados os requisitos técnicos da aplicação.

5.2 Modelo Conceptual do Domínio

De forma a compreender o domínio do problema foi desenvolvido um Modelo Conceptual. Através deste modelo é possível especificar os tipos de entidades que representam objetos e conceitos e as suas associações no âmbito do problema [21].

As figuras 5.3 a 5.9 representam fragmentos do modelo conceptual da aplicação através de diagramas de classe UML. Estes diagramas descrevem de forma completa e inequívoca o domínio do problema tal como foi percebido nas reuniões com os *stakeholders* na empresa. As entidades do domínio estão representadas por classes. As linhas e os números a ligar as classes representam, respetivamente, as associações e a multiplicidade entre as entidades. Para melhorar a compreensão dos diagramas algumas associações têm o respetivo *role*.

Tabela 5.8: Requisitos Técnicos

Identif.	Nome	Descrição
TR01	Fiabilidade	Garantir a consistência dos dados registados
TR02	Usabilidade	Permitir rapidez e simplicidade na introdução dos dados
TR03	Segurança	Proteger a informação de acessos não autorizados
TR04	Aplicação Web	Permitir o acesso multi-plataforma — implementado como aplicação Web
TR05	Mapeamento	Permitir visualizar graficamente o mapeamento dos quadros elétricos
TR06	Sem ligação	Permitir o acesso aos dados do SbM em modo <i>offline</i>

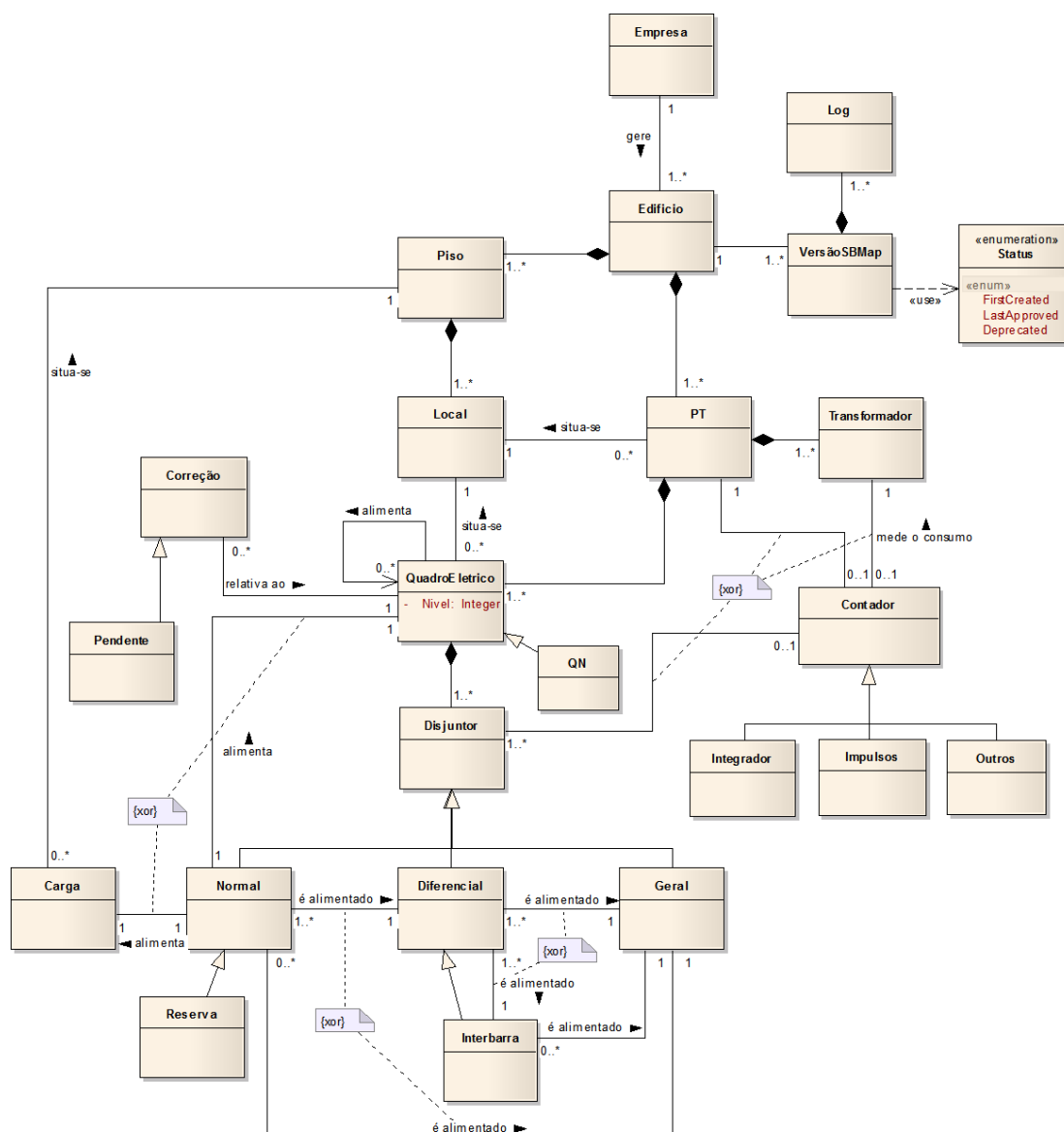


Figura 5.2: Modelo Conceptual do Domínio: *Switchboard Map*

A análise do Modelo Conceptual está dividida nas duas componentes principais da aplicação: *Switchboard Map* e *Sub-metering Design*.

5.2.1 *Switchboard Map*

Na Figura 5.2 está representado o Modelo Conceptual do domínio relativo ao SbM.

A Figura 5.3 representa a entidade Edifício e as suas associações. A estrutura física do edifício está representada através de pisos e locais. A entidade Local representa um local da grelha do projeto de arquitetura do edifício (ex: C0). Cada local está associado a um piso do edifício.

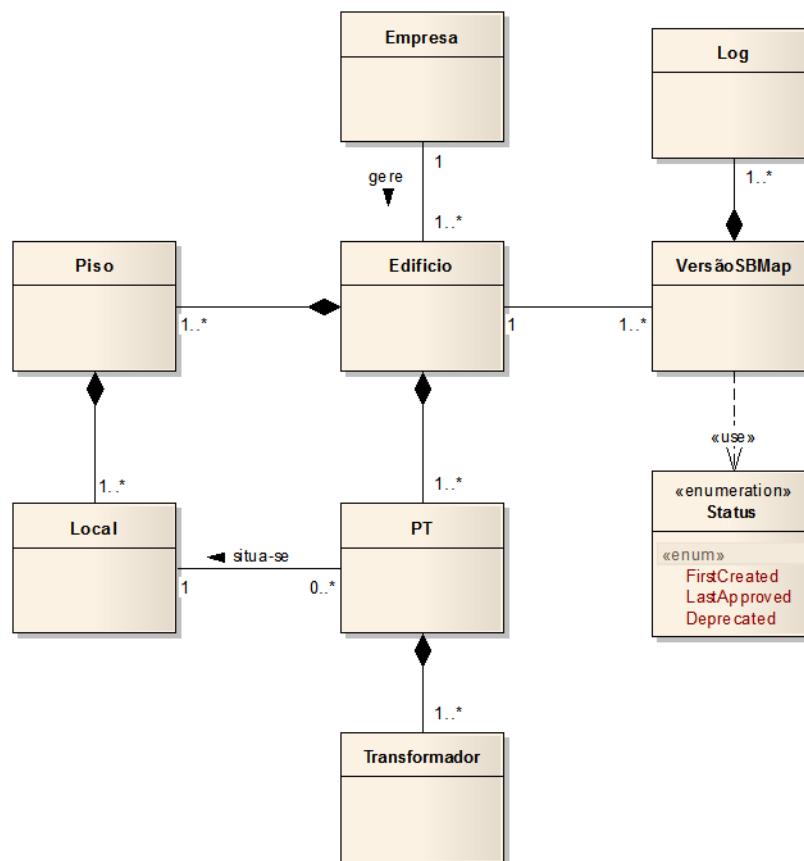


Figura 5.3: Definição da entidade Edifício

Também está representada a composição do PT através da entidade Transformador. Para auxiliar na localização, cada PT tem um local.

O SbM de um edifício que vai sendo corrigido ao longo do tempo. É importante registar a data da versão e qual o estado dessa versão — entidade *VersãoSBMap* e tipo enumerado *Status*. A cada versão do SbM fica associado um registo das alterações efetuadas desde a última versão — entidade *Log*. É também necessário registar a entidade responsável pela gestão do edifício — entidade *Empresa*.

A Figura 5.4 representa a entidade *QuadroEletrico* e as suas associações.

A entidade *QuadroElectrico* representa o elemento principal do SbM. Cada QE é composto por disjuntores que podem ser um de três tipos: *Geral*, *Diferencial*, *Normal*, conforme descrito no Capítulo 2, embora nesta figura apenas esteja representado o tipo de disjuntor *Normal*.

Importa referir que um disjuntor *Normal* pode alimentar uma carga (ex. Tapete Rolante) ou um QE. Portanto, um QE pode alimentar vários QE de nível inferior — no diagrama da Figura 5.4 esta relação está representada pela autorreferência na entidade *QuadroEletrico*.

Apenas os QE de nível 1, normalmente designados de Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), são alimentados por um PT. Existe um QGBT por cada PT do edifício. Salienta-se que para os

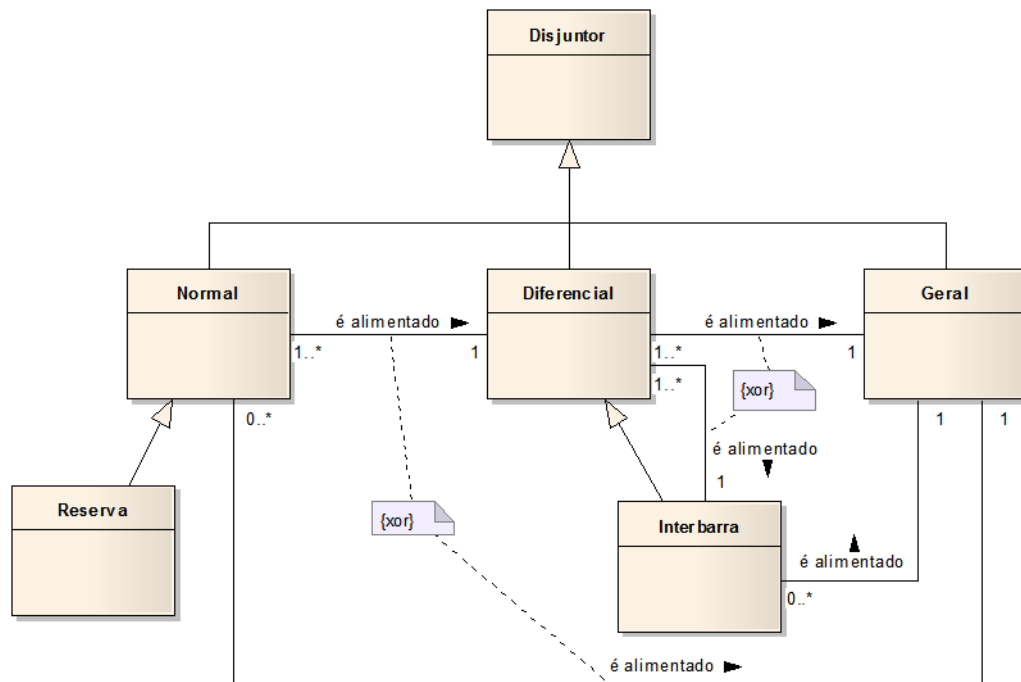


Figura 5.5: Definição da entidade Contador

BR02 da Tabela 5.7, a relação com Disjuntor, PT e Transformador tem uma restrição do tipo XOR. No modelo verifica-se que um contador pode estar associado a várias entidades se estas forem disjuntores. Importa acrescentar que nesse caso, e conforme o requisito BR06 os disjuntores têm de ser do mesmo tipo.

5.2.2 Sub-metering Design

Na Figura 5.7 está representado o Modelo Conceptual do domínio relativo ao SmD. A ligação com o modelo do SbM é estabelecida através da entidade Carga.

A Figura 5.8 representa a entidade Estratégia e as suas associações. Uma Estratégia de Sub-metering Design (SmD) é criada para analisar o consumo do edifício num determinado Indicador. Para cada indicador podem existir várias estratégias. Existem indicadores que apenas são criados para o SbM de determinado edifício — entidade IndicadorEdifício, e como tal esses indicadores estão associados à entidade Edifício.

Uma estratégia é composta por contadores do tipo Integrador que estão associados a essa estratégia através de uma operação de soma ou subtração — entidade Operação.

A Figura 5.9 representa a entidade Intervenção e as suas relações. É criada uma Intervenção quando é necessário instalar um contador Integrador com o objetivo de melhorar a representatividade da estratégia ou diminuir o ruído da mesma. Se já existir no local um contador Impulsos,

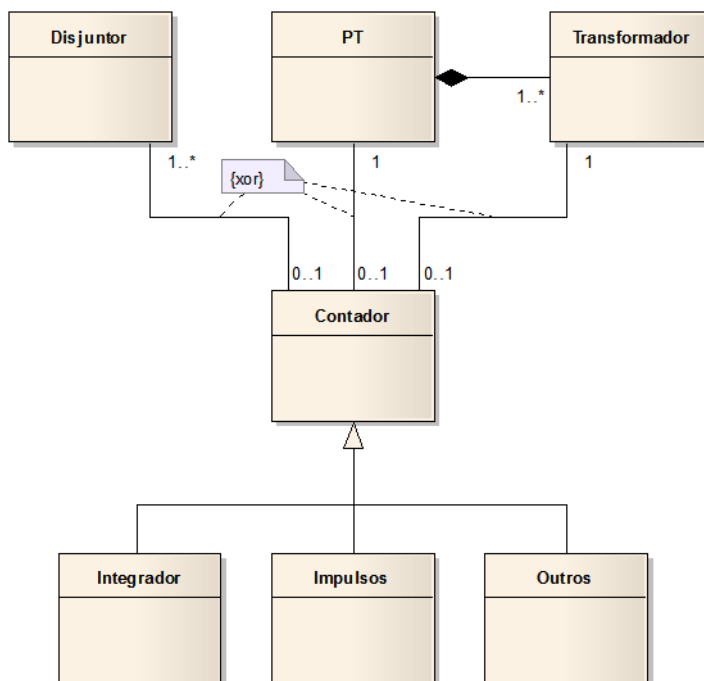


Figura 5.6: Definição da entidade Contador

é gerada uma intervenção Amarela que implica a substituição do contador de impulsos. Caso contrário, é gerada uma intervenção Vermelha (requisitos BR04 e BR05, Tabela 5.7).

5.3 Protótipo de Interface do Utilizador

A aplicação será utilizada por colaboradores da empresa habituados a *software* em ambiente *desktop*. Na conceção da interface do utilizador (UI) foi atribuída grande importância à rapidez de introdução de dados, assim como em proporcionar um ambiente de utilização familiar e coerente com as aplicações em uso na empresa.

Na Figura 5.10 está representado o esquema base da UI da aplicação, mais especificamente o ecrã de gestão dos dados referentes a um QE.

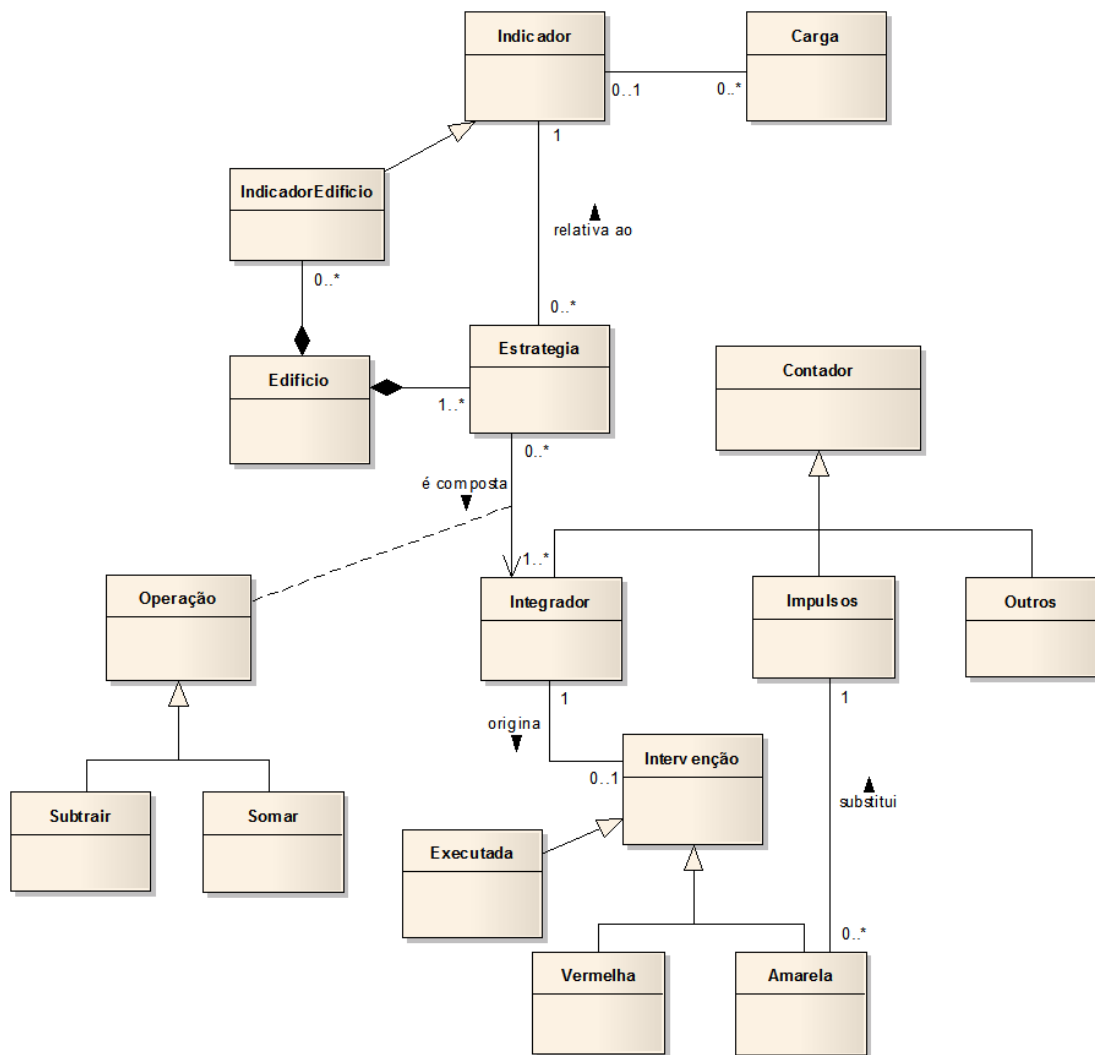
O interface está dividido em quatro zonas principais:

Título — Informação acerca do edifício, barra de menus e separadores de acesso aos vários elementos abertos para consulta/edição.

Navegador — Visualização do mapeamento dos QE em árvore. Permite perceber a hierarquia de interligação entre os diferentes elementos que constituem o SbM.

Detalhe — Visualização e edição dos dados do elemento selecionado (PT, QE, etc.)

Notificação — Apresentação de notificações de informação, aviso ou erro.

Figura 5.7: Modelo Conceptual do Domínio: *Sub-metering Design*

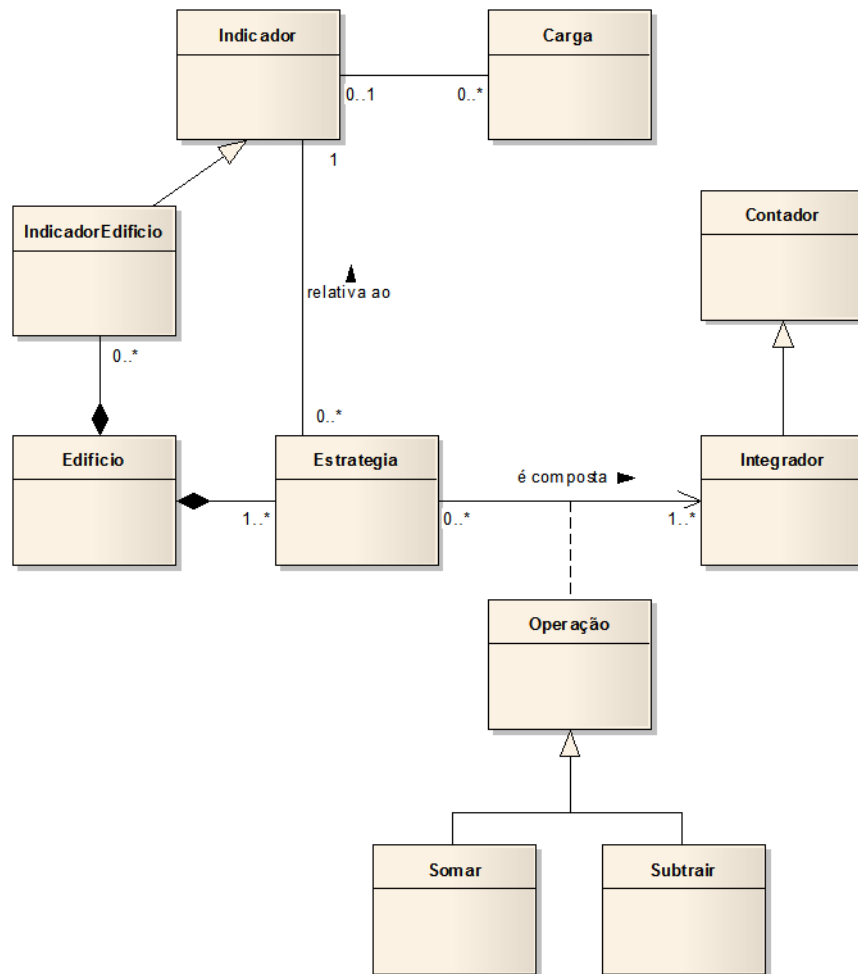


Figura 5.8: Definição da entidade Estratégia

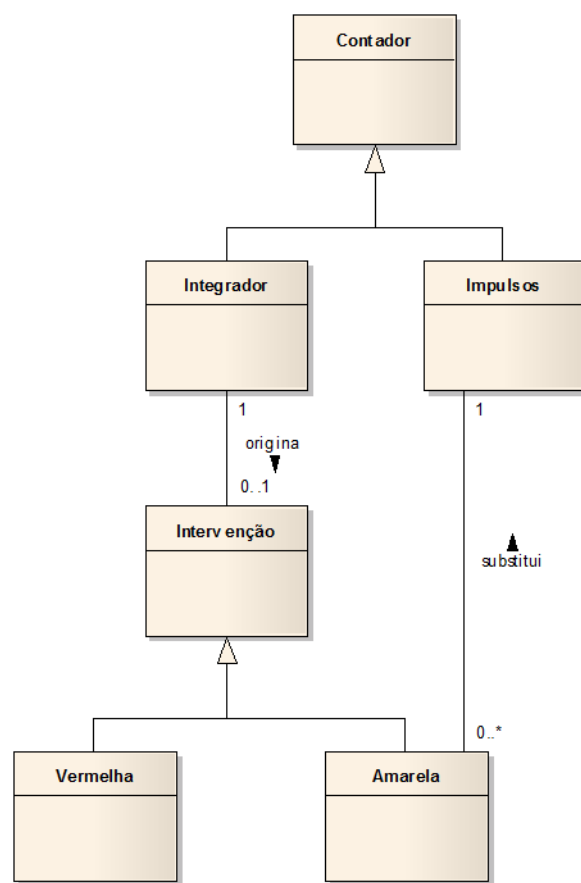
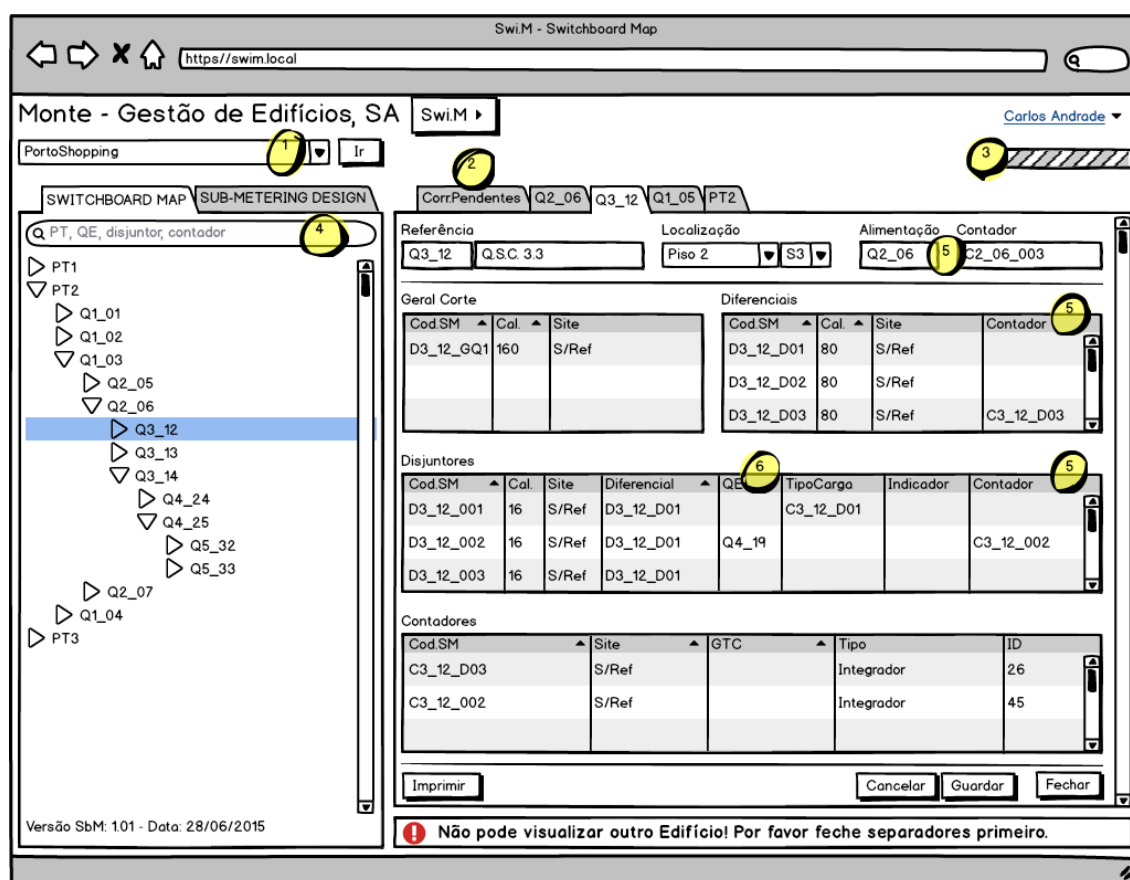


Figura 5.9: Definição da entidade Intervenção



Created with Balsamiq - www.balsamiq.com

Figura 5.10: Protótipo da UI: Gerir QE

De seguida são apresentados alguns mecanismos associados à UI e referenciados pela numeração a amarelo na Figura 5.10:

1. O utilizador pode mudar de edifício se os separadores estiverem todos fechados.
2. O separador “Correções Pendentes” abre automaticamente ao selecionar o edifício.
3. A barra de progresso aparece para indicar que a aplicação está em processamento.
4. Este campo serve para pesquisa rápida de PT, QE, disjuntores, contadores através do código SM do elemento.
5. Quando é introduzido um valor nesta coluna, a aplicação confirma se é para criar o respetivo Contador.
6. Quando é introduzido um valor nesta coluna, a aplicação confirma se é para criar o respetivo QE.

Para evitar que a utilização da aplicação fosse muito diferente, principalmente na introdução de dados, da utilização da folha de cálculo, estabeleceram-se alguns princípios de apresentação e funcionamento da UI:

- Para aumentar a fluidez de utilização, a introdução/edição de dados seria realizada *inline* para evitar o recurso a janelas sobrepostas/pop-ups.
- Uso de *scroll* vertical em detrimento da paginação na apresentação de listas de elementos.
- Visualização correta em dispositivos com resolução $\geq 1024 \times 768$ px.

5.4 Arquitetura Lógica

Na Figura 5.11 está representada a arquitetura lógica, dividida nas três camadas habituais numa aplicação web: Lógica de Apresentação, Lógica de Negócio e Acesso a Dados. Na arquitetura apresentada verifica-se que as três camadas utilizam pacotes do Laravel pois esta *framework*, sendo *full-stack*, disponibiliza componentes para todas as camadas da aplicação. Dos componentes base incluídos no Laravel, para a Arquitetura Lógica importa destacar três: Blade para a Lógica de Apresentação; Eloquent ORM e Query Builder para a Lógica de Negócio e Acesso a Dados, respetivamente.

5.5 Arquitetura Física

A arquitetura física da aplicação é descrita através dos diagramas de componentes e distribuição.

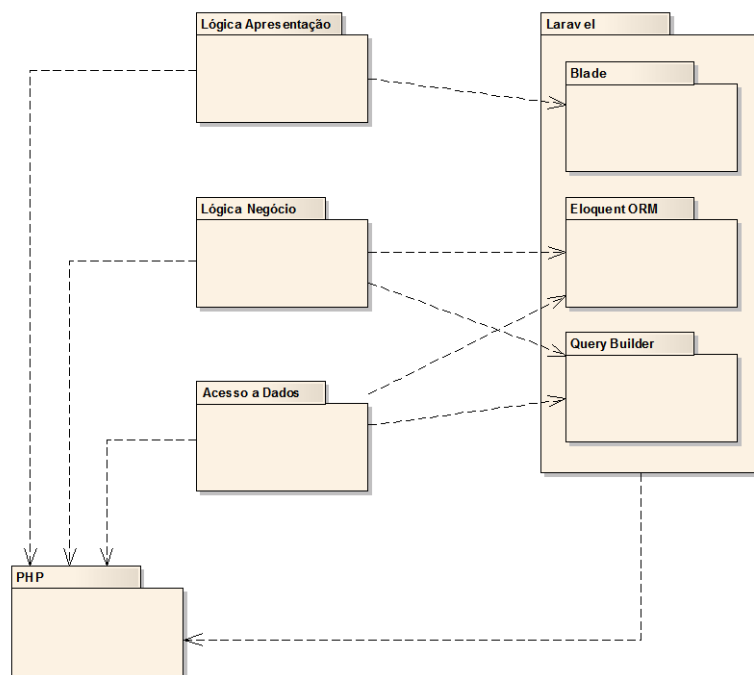


Figura 5.11: Arquitetura Lógica

5.5.1 Diagrama de Componentes

O diagrama de componentes permite perceber a separação física entre os diferentes componentes da aplicação: ficheiros, bibliotecas, etc.

No diagrama da Figura 5.12 verifica-se que a UI necessita de um *browser* para ser executada e está dependente de várias bibliotecas para estilo, estrutura e validação de dados. Os componentes Bootstrap e jQuery estão descritos na arquitetura tecnológica. Os restantes componentes necessários para o desenho da UI são analisados na Secção 6.4 do Capítulo 6 referente à implementação.

O componente Apache disponibiliza uma interface HTTP e encaminha os pedidos para o Laravel que está dependente dos componentes PHP e Composer. O componente Composer é um gestor de dependências PHP sendo responsável por gerir as dependências de pacotes do Laravel [22].

O componente PostgreSQL é responsável pela camada de persistência dos dados.

5.5.2 Diagrama de Distribuição

O diagrama de distribuição representa uma visão estática da configuração dos nós físicos do sistema e respetivos componentes. Este diagrama apresenta o *hardware* necessário para executar a aplicação, o respetivo *software* instalado e o *middleware* necessário para estabelecer a comunicação entre os nós [21]. Na Figura 5.13 está representado diagrama de distribuição da aplicação. Importa referir que, por motivo de simplicidade de demonstração, as camadas de Lógica de Negócios e de Acesso a Dados ficaram atribuídas à mesma máquina.

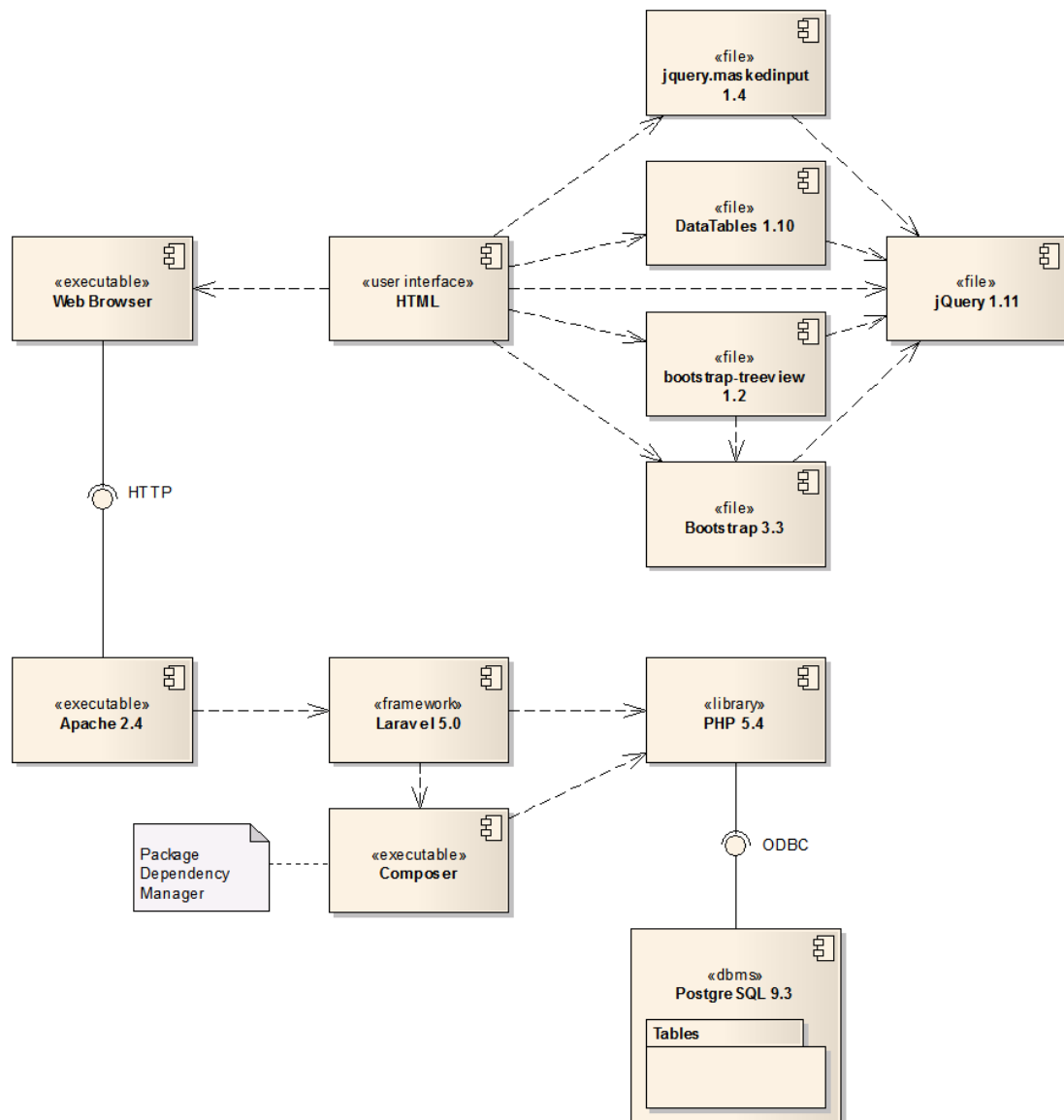


Figura 5.12: Diagrama de Componentes

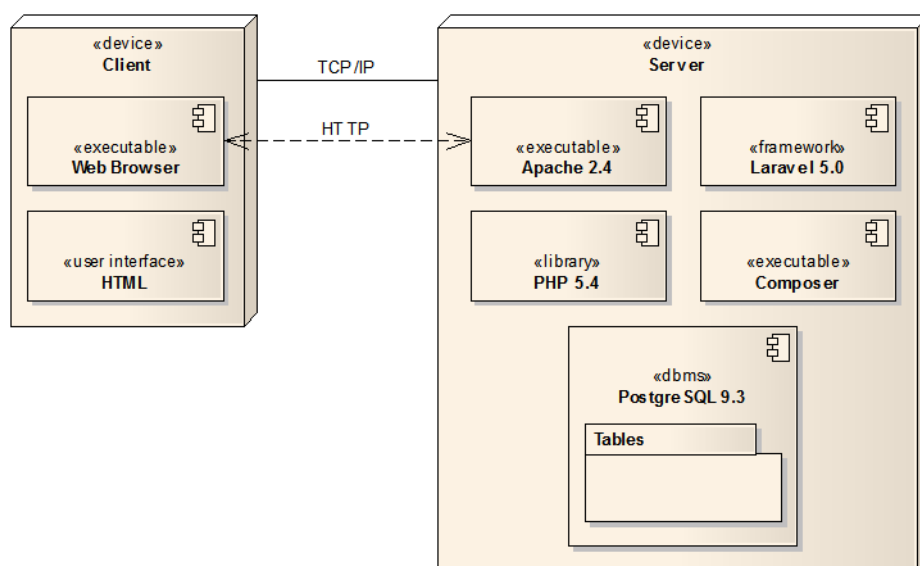


Figura 5.13: Diagrama de Distribuição

5.6 Arquitetura Tecnológica

De seguida são enumeradas as tecnologias seleccionadas para o desenvolvimento do protótipo, assim como o respetivo âmbito de aplicação e justificação técnica para a escolha.

Framework de desenvolvimento

O Laravel foi selecionado por integrar as funcionalidades chave analisadas no Capítulo 4 e pelos seguintes fatores de decisão:

- **Facilidade de aprendizagem** — Em função do tempo disponível para desenvolver o protótipo era importante escolher uma *framework* com uma curva de aprendizagem rápida.
- **Documentação** — A documentação disponível está muito bem organizada e é facilmente compreensível.
- **Comunidade** — Dispor de uma das maiores comunidades de programadores, no universo das *frameworks* PHP, para esclarecimento de dúvidas é muito importante para quem está a iniciar-se numa determinada tecnologia.

Interface Utilizador

Apesar de ter sido analisada a implementação da interface com base no conceito SPA, isso implicaria a aprendizagem de mais uma *framework* baseada nesse conceito. Dado o escasso tempo disponível, decidiu-se simplificar a interface e utilizar o motor de *templates* Blade (componente

base do Laravel) em conjunto com jQuery e Bootstrap. A dinâmica necessária em alguns componentes da interface foi implementada com recurso a AJAX (*Asynchronous JavaScript and XML*).

De seguida são descritos os componentes utilizados na UI.

Bootstrap 3.3 — *Framework* para UI, integrada de base no Laravel, baseada no conceito *Mobile First*. Permite estabelecer uma grelha de posicionamento de conteúdos na interface e facilita a apresentação de um estilo coerente entre os diversos elementos da UI.

jQuery 1.11 — Biblioteca JavaScript para facilitar a manipulação da DOM² (*Document Object Model*), o tratamento de eventos e a animação de componentes da UI [24].

AJAX — É um conjunto de tecnologias que incorpora: interfaces standard baseadas em HTML (*HyperText Markup Language*) e CSS³ (*Cascade Style Sheets*), apresentações dinâmicas e interativas utilizando DOM, comunicação e manipulação de dados através de JSON⁴ (*JavaScript Object Notation*) ou HTML, transmissão assíncrona de dados através de XMLHttpRequest, e JavaScript para combinar todas as funcionalidades [27].

Google Chrome — *Web browser* para execução da interface do utilizador, dado ser este o *browser* maioritariamente utilizado na empresa.

Camada Dados

No contexto deste trabalho, o fator decisivo para a escolha do **PostgreSQL 9.3** foi a existência da extensão PostGIS [28] para este SGBD, que poderia revelar-se útil para a pesquisa geográfica de elementos do SbM de um edifício.

Plataforma

Para facilitar a configuração de ambiente de desenvolvimento foi utilizado o **XAMPP 1.8** que é uma plataforma pré-configurada com os componentes necessários para o desenvolvimento em PHP [29]. É facilmente configurável para ambiente de produção. Inclui os componentes Apache 2.4 e PHP 5.4.

Outras tecnologias

Para o controlo e *deployment* de versões da aplicação foi utilizado o sistema **Git 1.9**. Relativamente ao repositório de código foram analisados vários serviços online. O **Assembla** [30] era o único que, sem implicar custos adicionais, permitia definir o repositório como privado, sendo este um aspeto importante para a proteção da aplicação desenvolvida.

²Interface de manipulação dinâmica do conteúdo, estilo e estrutura de documentos HTML [23]

³Linguagem utilizada para especificar a apresentação de um documento escrito em HTML [25]

⁴Formato para a troca de informação, baseado em texto e independente de linguagem e que é derivado do JavaScript [26]

5.7 Conclusões

Neste capítulo foi descrita a especificação da aplicação desde os requisitos funcionais, passando pela UI e terminando na descrição detalhada da arquitetura da aplicação.

Importa referir que a informação contida neste capítulo esteve em constante evolução ao longo das reuniões na empresa. A confirmação exaustiva, com os *stakeholders*, dos requisitos levantados é essencial para evitar corrigir erros de conceção que levem a implementações desajustadas face às necessidades da empresa.

O trabalho descrito neste capítulo é um resultado muito importante para o conhecimento e respetiva descrição técnica do domínio do problema, inexistente até esta altura. A especificação do protótipo foi também fundamental para a implementação da aplicação que será analisada no próximo capítulo.

Capítulo 6

Implementação

Neste capítulo são apresentados os aspetos mais importante da implementação da aplicação, designadamente o Modelo Relacional, a complexidade da interface e o modo como foram utilizadas as tecnologias seleccionadas.

6.1 Introdução

O desenvolvimento de um protótipo era fundamental para permitir aferir as vantagens da utilização de uma aplicação customizada face à folha de cálculo em uso atualmente na empresa.

6.2 Convenções

Antes de iniciar a codificação da aplicação foram estabelecidas convenções relevantes que importa analisar.

6.2.1 Tradução do Modelo do Domínio

Foi decidido traduzir para inglês os nomes das entidades do Modelo do Domínio de forma a manter a consistência e legibilidade do código. Na Tabela 6.1 estão listadas as traduções menos óbvias, sendo que as restantes são facilmente percebidas.

6.2.2 Código SM

A codificação dos elementos do SbM, discutida no Capítulo 2, foi alterada para melhorar a legibilidade do código e abranger outro tipo de elementos a registar no SbM, designadamente: PT e respetivos Transformadores, contadores associados a PT e contadores associados a Transformadores.

Nesse contexto, efetuaram-se alterações à codificação dos seguintes elementos:

Todos os elementos — No caso de edifícios com vários PT verificou-se que a designação não permitia uma referência unívoca dos elemento dentro de cada edifício. Para resolver este

Tabela 6.1: Tradução para Inglês das entidades do Modelo do Domínio

Entidade	Tradução
Empresa	Company
Edifício	Building
Piso	Floor
Local	Grid
QuadroElettrico	Switchboard
Disjuntor	CircuitBreaker
Geral	Main
PT	Substation
Carga	Load

problema foi sugerido incluir uma referência ao PT através de um prefixo numérico em todos os elementos do SbM. Exemplo: O código SM do disjuntor D3_01_005 alterou para 1D3_01_005 significando que é um disjuntor pertencente a um QE alimentado pelo PT1.

PT — Para contemplar a codificação dos novos elementos associados ao PT foram criadas regras adicionais de codificação listadas na Tabela 6.2.

Disjuntor — Verificou-se que existiam nove disjuntores gerais no QGBT do PT1 no PortoShopping. Sendo este edifício um centro comercial de média dimensão, a codificação “GQy” ficava esgotada. Para edifícios de maior dimensão seria necessário aumentar o número de caracteres para identificar um disjuntor geral dentro do QE. Para evitar o aumento de comprimento do código, foi sugerido alterar a codificação dos disjuntores gerais para “Gyy” e dessa forma uniformizar a codificação dos disjuntores gerais e diferenciais.

Contador — No caso de contadores associados a vários disjuntores foi sugerido alterar o símbolo de separação para “.” de forma a melhorar a compreensão do código e torná-lo mais compacto.

Estas alterações foram validadas pela ESC tendo sido implementadas na aplicação. A estrutura do código SM ficou definida conforme a Tabela 6.2.

Tabela 6.2: Nova estrutura do código SM

Elemento	Estrutura SM	Descrição
PT	PTi	
Contador PT	CiPT	
Transformador	iTj	i — n.º PT
Contador Transformador	CiTj	j — n.º Transformador
Quadro Elétrico	iQn_xx	n — nível do QE
Disjuntor geral	iDn_xx_GQy	x — n.º QE
Disjuntor diferencial	iDn_xx_Dyy	y — n.º disjuntor
Disjuntor normal	iDn_xx_yyy	
Contador	iCn_xx_yyy[.yyy]	

6.3 Modelo de Dados

Nesta secção descrevem-se as opções realizadas no mapeamento do modelo do domínio para o esquema relacional.

Em função do tempo disponível para o desenvolvimento da prova de conceito, verificou-se que não seria viável implementar a totalidade do modelo do domínio especificado no Capítulo 5. No entanto, para validar a solução proposta era fundamental que a aplicação desenvolvida apresentasse as funcionalidades mínimas, disponíveis na folha de cálculo, para o registo e consulta do SbM e para auxiliar o projeto de SmD. Nesse sentido, o modelo relacional desenvolvido apenas contempla as entidades envolvidas nas *user stories* marcadas com prioridade média ou alta e relacionadas com os atores Utilizador, GestorSBM, Consultor e Admin (Tabelas 5.2, 5.4, 5.5 e 5.6, respetivamente).

6.3.1 Esquema Relacional

A Figura 6.1 representa o esquema relacional da base de dados com a definição das tabelas e respetivos campos.

Na construção do modelo relacional cada entidade do modelo do domínio corresponde a uma tabela no modelo relacional com algumas importantes exceções que serão analisadas [31].

Apesar da associação Um-para-Muitos entre as entidades Empresa e Edifício, a primeira continha apenas um atributo (nome da empresa). Para simplificar o esquema relacional, esse atributo foi incluído na tabela *buildings*.

Na folha de cálculo em uso na ESC para registo do SbM, os dados de localização (Piso e Local) dos QE estão agregados na mesma coluna. Dado que o único atributo a guardar relativamente à entidade Local era o nome, poderia aplicar-se a mesma simplificação utilizada no mapeamento da entidade Empresa. No entanto, foi decidido mapear a entidade Local numa tabela própria para garantir a utilização consistente do nome do local. Esta validação não seria possível através de um campo enumerado devido à natureza dinâmica deste atributo.

Em relação ao mapeamento das generalizações existente no modelo do domínio importa analisar cada situação em detalhe para melhor se compreenderem as opções que foram tomadas.

Disjuntores

Os atributos dos três tipos de disjuntores eram comuns, com exceção do atributo necessário para indicar a alimentação dos disjuntores normais.

Por motivos de *performance*, simplicidade do modelo e facilidade de implementação, foi decidido utilizar um pacote desenvolvido para o Laravel que implementa o *design pattern Single Table Inheritance* [32] e que permitiu mapear os atributos e as associações das três entidades relativas aos tipos de disjuntores numa única tabela, mantendo no entanto a flexibilidade de trabalhar com três classes Eloquent distintas.

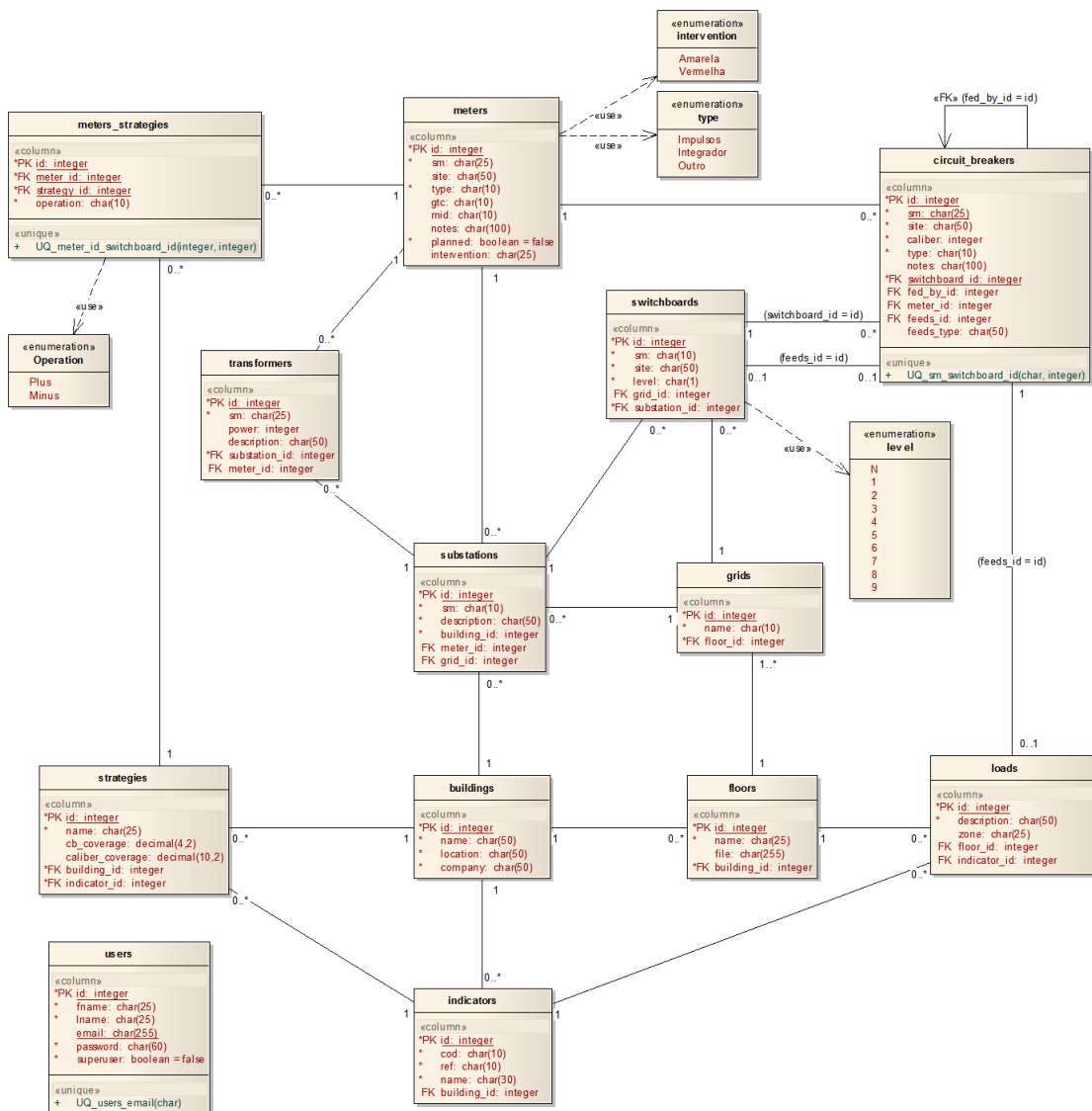


Figura 6.1: Esquema Relacional da BD

Relativamente aos disjuntores importa também notar a existência de uma autorreferência na tabela *circuit_breakers* através do campo *fed_by_id*. No caso de um disjuntor normal ou diferencial este campo permite registar qual o disjuntor que o alimenta. Esta referência é fundamental para representar as relações entre os diferentes tipos de disjuntores dentro de um QE.

Contadores

No caso dos contadores e dado que as três especializações (Impulsos, Integrador e Outros) partilhavam exatamente os mesmos atributos, decidiu-se criar uma única tabela *meters* acrescentando o campo *type* para guardar a propriedade discriminante.

Intervenções

Em função da associação de Um-para-Um entre as entidades Contador e Intervenção e dos poucos atributos necessários para caracterizar uma intervenção, os seus atributos foram agregados à tabela *meters*.

Relativamente às restantes generalizações, a entidade QN, sendo uma especialização de QuadroElétrico, é identificada na tabela *switchboards* através da atribuição do valor “N” ao campo enumerado *level*. A entidade Reserva é identificada através do campo *description*, não foi portanto necessário incluir um campo específico na tabela *circuit_breakers* para esse efeito.

6.3.2 Surrogate Keys

No esquema da base de dados pode verificar-se que todas as tabelas têm uma *primary key* (PK) “id”. O Eloquent ORM assume por omissão que existe em todas as tabelas um campo com esse nome definido como auto-incremental. Este tipo de chave primária é designada por *surrogate key* e apresenta várias vantagens relativamente à utilização de uma chave natural (com significado no domínio do problema) [33], nomeadamente:

- Estão imunes a alterações nas chave do domínio;
- A utilização da mesma estratégia em todas as tabelas permite consideráveis poupanças no código necessário para desenvolver a aplicação.

As chaves primárias criam uma forte dependência dentro do esquema relacional pois têm implicações nas relações entre as tabelas e, portanto, são difíceis de alterar. Isto significa que, na maioria das situações é preferível evitar chaves com significado no domínio do problema pois esse significado poderá sofrer alterações [33].

```

1 use Illuminate\Database\Schema\Blueprint;
2 use Illuminate\Database\Migrations\Migration;
3 class CreateSwitchboardsTable extends Migration {
4     public function up()
5     {
6         Schema::create('switchboards', function(Blueprint $table)
7         {
8             $table->increments('id');
9             $table->string('sm', 10);
10            $table->string('site', 50);
11            $table->enum('level', ['N', '1', '2', '3', '4', '5', '6', '7', '8', '9']);
12            $table->integer('grid_id')->unsigned()->nullable();
13            $table->integer('substation_id')->unsigned();
14            $table->softDeletes();
15            $table->timestamps();
16            $table->unique(['sm', 'substation_id']);
17        });
18    }
19    public function down()
20    {
21        Schema::drop('switchboards');
22    }
23 }

```

Figura 6.2: *Migration* — Tabela *switchboards*

6.3.3 Schema Migrations

A definição do esquema da base de dados no PostgreSQL foi efetuada através do Laravel utilizando o pacote *Schema Builder*. Na Figura 6.2 está representada a classe *CreateSwitchboardsTable*. Relativamente ao código desta classe, a instrução da linha 16 cria automaticamente dois campos para auxiliar na cronologia de alterações aos registos da tabela: *created_at* e *updated_at*. Para simplificar o esquema da Figura 6.1, os campos relativos aos *timestamps* não estão representados.

No conceito de migrações do Laravel existe a operação de *roll-back* que permite anular operações de alteração ao esquema da base de dados. Por esse motivo todas as classes incluem dois métodos:

up — usado para adicionar novas tabelas, campos, chaves e restrições ao esquema da BD;

down — usado para reverter as ações incluídas no método *up* e desse modo reverter o esquema da BD para o estado inicial.

O pacote *Schema Builder* do Laravel suporta também a definição das restrições mais habituais no desenho do esquema da BD: *Primary Key* (PK), *Foreign Key* (FK), *not-null*, *unique*, etc.

A principal vantagem do sistema de *Migrations* é permitir o conceito de controlo de versões aplicado ao esquema da BD e desse modo permitir adaptar a BD em conformidade com a evolução dos requisitos da aplicação.

The screenshot displays the 'Quadro Elétrico: 1Q2_05' view in the Swi.M application. The interface is divided into several sections:

- Top Bar:** Contains the application name 'Swi.M', user information 'João Miranda', and various navigation icons.
- Sidebar (Left):** A tree view showing the hierarchy of electrical components. The '1Q2_05' component is selected and highlighted in blue.
- Main Content Area:** Displays a table of electrical components. The table has columns for 'SM', 'Site', 'Calibre', 'Alimentação', 'QE', 'Carga', 'Indicador', 'Notas', and 'Contador'.
- Notification Bar (Bottom):** A red bar at the bottom of the screen displaying an error message: 'ERRO#400: SM: 1D2_05_003 não pode ser eliminado! Alimenta QE: 1Q3_09!'.

Red circles 1 through 4 highlight specific UI elements:

1. Top navigation bar
2. Sidebar tree view
3. Main table header
4. Notification bar

Figura 6.3: Swi.M Vista de QE

6.4 Interface do Utilizador

Na Figura 6.3 está representado um *PrintScreen* da aplicação Swi.M, onde é possível verificar o *layout* base da UI. Comparativamente com o protótipo da UI, definido no Capítulo 5, o único elemento que não foi implementado é a barra de separadores consequência da decisão de simplificar a UI em função do tempo disponível para desenvolvimento. No entanto, os elementos chave estão presentes, designadamente:

1. Barra de Opções
2. Navegador
3. Detalhe do elemento
4. Área de notificação

No diagrama de componentes da arquitetura física (Figura 5.12) estão representados os componentes JavaScript utilizados na implementação das características chave da UI. Estes componentes serão seguidamente analisados em detalhe.

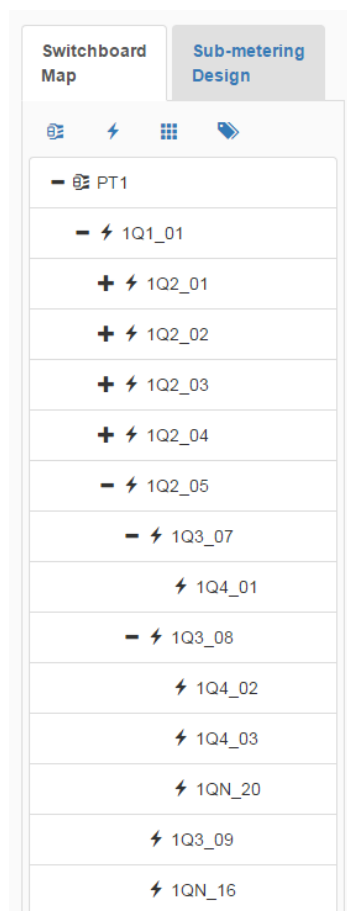


Figura 6.4: Vista de detalhe do componente de navegação

6.4.1 Navegador — Hierarquia de Quadros Elétricos

Para o navegador foi utilizado o componente **bootstrap-treeview** [34] que gera uma lista hierárquica de elemento a partir de um array de objetos JavaScript. Este componente, desenvolvido especificamente para Bootstrap, permite manter a coerência de utilização da UI, sendo altamente customizável. Na Figura 6.4 é possível visualizar em detalhe este componente inserido na zona da lateral da UI. No topo desta zona estão disponíveis os separadores para as componentes principais da aplicação: SbM e SmD. Dado estar selecionada a componente SbM, mais abaixo aparece uma barra com atalhos para as listas dos elementos principais do SbM, da esquerda para a direita: PT, QE, Pisos/Locais e Indicadores.

6.4.2 Listagens

A apresentação dos dados na aplicação é efetuada com recurso intensivo a tabelas. Para facilitar as tarefas básicas de filtragem e ordenação, decidiu utilizar-se um pacote jQuery que mantivesse a coerência de apresentação com o Bootstrap. Para esse efeito utilizou-se *plugin* **DataTables**. De salientar a excelente documentação deste *plugin* e as funcionalidades incluídas.

PortoShopping

Edifícios

Sb.Map

Sm.Design

João Miranda

Quadro Elétrico: 1Q2_05

Etiqueta QE

Alimentação: 1Q1_01 Contador: 1C1_01_005

SM: 1Q2_05

Site: Q.G.S.C. 2

PT: PT1

Nível: 2

Piso/Local: P1

P29

Gerais 1

Diferenciais 27

Normais 151

Contadores 4

QEs

LISTA GERAL

2

SM	Site	Calibre	Alimentação	QE	Carga	Indicador	Notas	Contador
24V								
1D2_05_007	Alim. Escada Rolante D.T.M. 2.1	40			Escada Rolante	TM	Tapete 5 (Manuscrito)	1C2_05_007.008.009
1D2_05_008	Alim. Escada Rolante D.T.M. 2.2	40			Escada Rolante	TM	Tapete 6 (Manuscrito)	1C2_05_007.008.009
1D2_05_009	Alim. Escada Rolante D.T.M. 2.3	40			Escada Rolante	TM	Tapete 7 (Manuscrito)	1C2_05_007.008.009
1D2_05_010	Reserva Equipada	10	1D2_05_D01		Reserva/Reserva Equipada			

Gerais 1

Diferenciais 27

Normais 151

Contadores 4

QEs

LISTA GERAL

1D2_05_008

Alim. Escada Rolante D.T.M. 2.2

40

Alimentação

QE

Escada Rolante

TM

3

Tapete 6 (Manuscrito)

4

SM	Site	Calibre	Alimentação	QE	Carga	Indicador	Notas	Contador
24V								
1D2_05_007	Alim. Escada Rolante D.T.M. 2.1	40			Escada Rolante	TM	Tapete 5 (Manuscrito)	1C2_05_007.008.009
1D2_05_008	Alim. Escada Rolante D.T.M. 2.2	40			Escada Rolante	TM	Tapete 6 (Manuscrito)	1C2_05_007.008.009
1D2_05_009	Alim. Escada	40			Escada Rolante	TM	Tapete 7	1C2_05_007.008.009

5

OK! SM: 1D2_05_008 atualizado.

Figura 6.5: Sequência de edição de um registo

6.4.3 Edição e Introdução de Registos

Na Figura 6.5 está representada a sequência de passos para editar o disjuntor normal 1D2_05_008, que é descrita de seguida:

- 1. Seleccionar o disjuntor;
- 2. Clicar no botão de edição;
- 3. Editar os dados no formulário que aparece;
- 4. Guardar o registo;

5. Notificação de sucesso na atualização do registo.

O processo de introdução de dados é parecido com a edição. Para adicionar um novo registo é necessário clicar no botão “+”. De seguida aparece o mesmo formulário que no modo de edição mas com os campos vazios. Outra diferença importante na introdução de dados é que ao carregar no botão “V” para gravar o cursor volta ao campo SM e o formulário fica disponível para introduzir um novo registo, sendo este um mecanismo importante para agilizar o processo de introdução de dados.

Validação de dados

A UI é o primeiro nível de validação dos dados introduzidos pelo utilizador. Neste nível deve ser garantido que os dados cumprem com as regras básicas de formatação e também com algumas regras de negócio. Por exemplo, garantir que todos os dados necessários para processar o pedido estão presentes de modo a evitar o uso de recursos do servidor para esse tipo de validações que não necessitam de acesso à BD.

Com o objetivo de validar e facilitar a introdução dos dados recorreu-se ao plugin **jquery-maskedinput** [24] que permitia definir uma máscara de introdução nos campos dos formulários. Esta funcionalidade é essencial para garantir o cumprimento das regras de formação do código SM dos elementos do SbM.

6.5 Ciclo de vida de um pedido em Laravel

No esquema da Figura 6.6 está descrito o processo de tratamento de um pedido por uma aplicação em Laravel. Este processo será analisado em detalhe de seguida.

Todos os pedidos encaminhados pelo servidor web para a aplicação têm como ponto de entrada o ficheiro `public/index.php`. Este ficheiro contém poucas linhas de código e é simplesmente o ponto de arranque da aplicação. Este ficheiro é responsável por carregar as definições *autoloaders* criadas pelo Composer e devolve uma instância da aplicação Laravel a partir do *script bootstrap/app.php*. A primeira ação executada pelo Laravel é criar uma instância do *service container* da aplicação [12].

De seguida o pedido é enviado para o *HTTP kernel* ou para o *console kernel*, dependendo do tipo de pedido que está a ser processado. Todos os pedidos passam por um destes *kernels*. No âmbito da aplicação desenvolvida iremos analisar apenas o *HTTP kernel*, localizado em `app/Http/Kernel.php`, porque é o *kernel* responsável por processar os pedidos HTTP.

6.5.1 HTTP Kernel

O *HTTP kernel* define uma lista de *bootstrappers* que são carregados antes do pedido ser processado. Estes *bootstrappers* configuram o tratamento de erros, configuram o *logging* e realizam outras tarefas que precisam de ser executadas antes que o pedido possa ser processado.

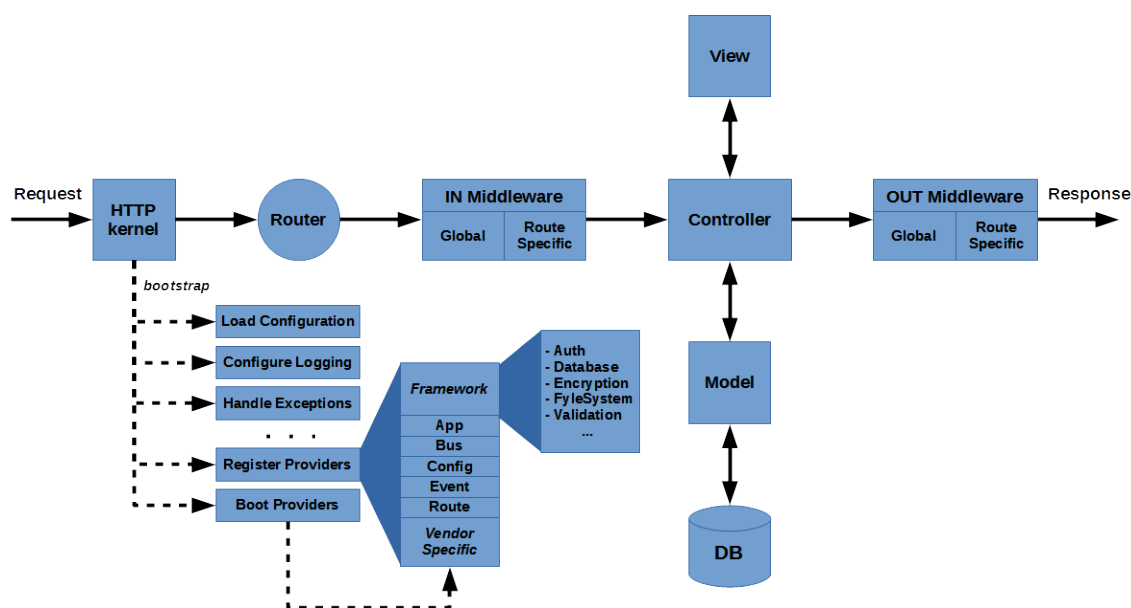


Figura 6.6: Ciclo de vida de um pedido

Este componente define também a lista de *middleware* pelo qual todos os pedidos têm de passar antes de serem processados pelo controlador — *global middleware*. Este tipo de *middleware* é responsável por: registar sessão HTTP, detetar se a aplicação está em “modo de manutenção”, verificar o *token* CSRF¹, e outras verificações comuns a todos os pedidos [12].

Service Providers

Uma das tarefas mais importantes de inicialização realizada pelo HTTP Kernel é carregar os *service providers* da aplicação que estão configurados no ficheiro `config/app.php`. Primeiro é executado o método de registo em todos os *providers* e depois é executado o método de inicialização. Os *service providers* são responsáveis por inicializar os vários componentes da *framework*, designadamente: acesso a base de dados, validação, roteamento, etc [12].

Assim que a aplicação e todos os *service providers* tenham sido registados e inicializados o pedido é entregue ao Router para processamento.

6.5.2 Router

Este componente do Laravel é responsável por encaminhar o pedido para o método do controlador responsável por determinado recurso, em conformidade com a definição de rotas e em função dos parâmetros do URL. A definição de rotas é efetuada no ficheiro `app/Http/routes.php` [12]. Na Figura 6.7 está listado um excerto desse ficheiro onde estão incluídas as rotas para gestão dos

¹*Cross-Site Request Forgery* — Ataque malicioso que consiste na injeção de pedidos não autorizados através de um *browser* com sessão autenticada num *website* ou aplicação *web* [35]

```

1 Route::get('/switchboards/{id}/label', 'SwitchboardsController@printLabel');
2 Route::resource('switchboards', 'SwitchboardsController');
3
4 Route::group(['prefix' => 'admin',
5             'middleware' => ['auth', 'superuser']],
6             function() {
7
8     Route::get('control', 'AdminController@control');
9     Route::resource('buildings',
10                  'BuildingsController',
11                  ['only' => ['store', 'update', 'destroy']]);
12     Route::resource('users',
13                  'UsersController',
14                  ['only' => ['store', 'update', 'destroy']]);
15 });

```

Figura 6.7: Excerto do ficheiro de rotas — `routes.php`

switchboards e um grupo de rotas de administração para demonstrar a atribuição de *route specific middleware*.

As rotas relacionadas com os *switchboards* estão declaradas nas linhas 1 e 2. A rota da linha 1 é relativa à pré-visualização do relatório de etiquetagem dos QE (consultar a Secção 6.6.1). Os pedidos que coincidam com esta rota serão processados pelo método `printLabel` do controlador `SwitchboardsController`. Na linha 2 está declarada uma *resourceful route*. Com esta declaração o Router automaticamente conhece que no controlador indicado existem métodos para processar as seguintes ações: *index*, *show*, *create*, *store*, *edit*, *update*, *destroy*. Esta funcionalidade é bastante útil para tornar a declaração de rotas mais rápida e fácil e a lista de definição de rotas menos extensa.

As restantes rotas, relativas à administração da aplicação, estão agrupadas para permitir a atribuição de *middleware* e de um prefixo URL comum a todas as rotas: `admin` (linha 4). Os pedidos correspondentes a estas rotas serão processados pelos *middleware* `auth` e `superuser` exatamente por essa ordem, antes de serem encaminhados para o respetivo controlador. Na declaração dos *resources* para *buildings* e *users* verifica-se que é possível informar o Router quais as ações disponíveis nessas rotas; *store*, *update* e *destroy*.

6.5.3 Middleware

O *middleware* é um mecanismo adequado para filtrar os pedidos HTTP. Por exemplo, de base, o Laravel inclui um *middleware* que verifica se o utilizador está autenticado na aplicação. Se não estiver autenticado é redirecionado para a página de início de sessão. Se estiver autenticado o *middleware* permite que o pedido passe para o próximo “nível” da aplicação [12].

Inbound/Outbound

Conforme a implementação do *middleware*, este será executado antes ou depois do pedido ser processado. Essencialmente a definição como *outbound* ou *inbound* está relacionada com o tipo

```
1 namespace App\Http\Middleware;
2 use Closure;
3 class CheckIfAjax {
4     public function handle($request, Closure $next){
5         if (!$request->ajax()) {
6             return response()->json(['msg'=>'Formato de dados inválido'],415);
7         }
8         return $next($request);
9     }
10 }
```

Figura 6.8: *Middleware* — Classe CheckIfAjax

de objeto devolvido: Request — inbound middleware; Response — *outbound middleware*.

Existe ainda outro tipo de *middleware*, designado por *Terminable*, que não está representado na Figura 6.6. Este *middleware* é executado já depois da resposta ter sido enviada para o cliente e é utilizado, por exemplo, para gravar dados da sessão.

Global/Specific

Para o *middleware* ser executado em todos os pedidos HTTP, a classe que o implementa tem de estar listada no atributo `$middleware` da classe `app/Http/Kernel.php` [12]. Para ser executado apenas em determinada rota ou conjunto de rotas, é necessário primeiramente atribuir um identificador ao *middleware* e depois atribuir esse identificador ao parâmetro `middleware` na declaração da rota, ou no construtor da classe que implementa o controlador.

Para além do *middleware* base, o Laravel permite desenvolver *middleware* específico. Na Figura 6.8 está representado a classe `CheckIfAjax` que implementa um dos *middleware* desenvolvidos para a aplicação com o objetivo de verificar se o pedido é do tipo AJAX. Caso não seja, o pedido é terminado e é enviada uma resposta com o respetivo erro. Importa referir que este *middleware* foi configurado como *route specific*.

6.5.4 Controlador

Este componente fornece vários métodos que correspondem a ações, normalmente relacionadas com um mesmo recurso, responsáveis por interpretar o pedido e criar uma resposta para ser enviada ao cliente. Normalmente a resposta corresponde a uma vista formatada em HTML, no entanto pode também ser um conteúdo em JSON — no caso de pedidos AJAX. Na Figura 6.9 está listada uma parte da implementação da classe `SwitchboardsController`, mais especificamente o respetivo construtor e as ações: *index* — responsável por devolver a lista de QE; *store* — responsável por guardar um novo QE na base de dados.

A atribuição de *middleware* a determinada rota pode também ser efetuada no construtor da classe que implementa o respetivo controlador. Nas linhas 4 a 7 da Figura 6.9 estão atribuídos dois *middleware* a diversas ações do controlador. O *middleware* `api` (identificador atribuído à

```

1  class SwitchboardsController extends Controller {
2    public function __construct()
3    {
4      $this->middleware('api',
5        ['only' => ['store', 'update', 'destroy', 'restore']]);
6      $this->middleware('sanitize.switchboard',
7        ['only' => ['store', 'update']]);
8    }
9
10   public function index(Request $request)
11   {
12     $switchboards = Building::find($request->session()->get('bid'))
13       ->switchboards()->with(
14         'substation',
15         'grid.floor',
16         'cbNormal.switchboard',
17         'cbNormal.meter')
18       ->orderBy('switchboards.site')
19       ->get();
20     return view('switchboards.index', compact('switchboards'));
21   }
22   public function store(SwitchboardRequest $request)
23   {
24     $bid = $request->session()->get('bid');
25
26     $substation = Building::findOrFail($bid)->substations()->where('sm',
↪   $request->substation)->firstOrFail();
27
28     $switchboard = new Switchboard($request->all());
29     $switchboard->substation()->associate($substation);
30
31     if ($request->has('grid')) {
32       $grid = Grid::whereNameAndFloorId($request->grid,
↪   $request->floor_id)->firstOrFail();
33       $switchboard->grid()->associate($grid);
34     }
35     $switchboard->save();
36     return response()->json([
37       'msg' => 'SM: '. $switchboard->sm .' adicionado.',
38       'data' => $switchboard->load('substation', 'grid.floor')->toArray()
39     ], 201);
40   }
41   (...)

```

Figura 6.9: Excerto da classe SwitchboardsController


```

1  class SwitchboardRequest extends Request {
2      public function authorize()
3      {
4          return true;
5      }
6      public function rules()
7      {
8          $building = Building::find($this->session()->get('bid'));
9          $substation = $building->substations()
10         ↳ ->where('sm', $this->substation)->firstOrFail();
11
12         $rules = [
13             'sm' => [
14                 'required',
15                 'regex:/[1-9]Q[N1-9]_[0-9][0-9]/',
16                 'unique:switchboards,sm,NULL,id,substation_id,' . $substation->id,
17             ],
18             'site'      => 'required|max:50',
19             'level'     => 'required|in:N,1,2,3,4,5,6,7,8,9',
20             'floor_id' => 'required_with:grid|exists:floors,id,building_id,' .
21         ↳ $building->id,
22             'grid'      => 'exists:grids,name,floor_id,' . $this->floor_id
23         ];
24     }
25 }

```

Figura 6.10: Excerto da classe SwitchboardRequest

classe `CheckIfAjax` representada na Figura 6.8) verifica se os pedidos para as ações definidas são do tipo AJAX. O *middleware* `sanitize` (linha 6) é responsável por efetuar uma “limpeza” aos dados contidos no pedido antes de serem processados.

Na ação `index` é identificado qual o edifício a que se refere o pedido através da informação registada em sessão, e são reunidos os dados necessários para a listagem de QE. De seguida o método devolve uma resposta que corresponde a uma vista composta pelo ficheiro *template* e pelos dados reunidos.

Na ação `store` é identificado o edifício (linha 24) e é verificado se o PT que consta no pedido existe (linha 26). Se existir é instanciado um objeto `Switchboard` com os dados contidos no pedido (linha 28). De seguida é estabelecida a relação com o PT (linha 29). Se os dados do QE incluírem a localização, é confirmado se esta é válida e estabelecida a relação com local. O objecto é gravado na BD e é enviada uma mensagem (linha 36) com o código de status HTTP 201 [26], contendo os dados do objeto guardado em formato JSON. Importa referir que esta ação apenas processa pedidos AJAX.

Request Validation

Na declaração do método `store` é possível verificar que é injetado um objeto do tipo `SwitchboardRequest`. Um excerto da classe que define este objeto está representada na Figura 6.10. Esta classe utiliza uma funcionalidade do Laravel designada “Form Request Validation” e permite separar a implementação da validação de dados do processamento concreto do pedido.

```

1  class Switchboard extends Model {
2    public function substation()
3    {
4      return $this->belongsTo('Substation');
5    }
6    public function grid()
7    {
8      return $this->belongsTo('Grid');
9    }
10   public function circuitBreakers()
11   {
12     return $this->hasMany('CircuitBreaker');
13   }
14   protected function cbLoadOf($indicatorId)
15   {
16     return $this->circuitBreakers()->where('feeds_type','Load')
17       ->join('loads','circuit_breakers.feeds_id','=','loads.id')
18       ->join('indicators',function($join) use ($indicatorId) {
19         $join->on('loads.indicator_id', '=', 'indicators.id')
20         ->where('indicators.id','=',$indicatorId); });
21   }

```

Figura 6.11: Excerto da classe Switchboard

Esta classe tem essencialmente dois métodos: *authorize* e *rules*. No primeiro método é verificado se o utilizador tem permissões para aceder a determinado recurso. No segundo método são declaradas as regras de validação para cada atributo do pedido. Caso o pedido não cumpra todas as regras é automaticamente devolvida uma resposta de erro e o pedido não é processado pela ação do controlador.

6.5.5 Modelo

O modelo representa os dados da aplicação e as regras para manipular esses dados. No âmbito desta aplicação os modelos são usados essencialmente para gerir as regras de interação com as respetivas tabelas da BD. Na maioria dos casos, cada modelo na aplicação corresponde a uma tabela na BD. A lógica de negócio da aplicação está concentrada neste componente.

Eloquent ORM

O Eloquent fornece uma “linguagem” simples e expressiva para interagir com a BD, através da implementação do *design pattern Active Record* [12]. Através do Eloquent é possível pesquisar, editar, inserir e eliminar registos das tabelas da BD sem recurso ao SQL (*Structured Query Language*). Na Figura 6.11 está representado um excerto da classe que implementa o modelo Switchboard. Na figura pode verificar-se a forma de declarar as relações do esquema relacional através de métodos. Nas linhas 2 a 5 está declarada uma relação de Muitos-para-Um com o modelo Substation. Nas linhas 10 a 13 está declarada uma relação de Um-para-Muitos com o modelo CircuitBreaker. Nas linhas 14 a 21 está declarado uma *query* em Eloquent que devolve os disjuntores de um QE que alimentam cargas de um dado indicador.

```

1  <!DOCTYPE html>
2  <html lang="en">
3  <head>
4      @include('partials._header')
5  </head>
6  <body>
7      @include('partials._navbar') //BARRA DE OPÇÕES
8      <div class="container-fluid">
9          <div class="row">
10             <div class="col-sm-4 col-lg-3 sidebar">
11                 @section('sidebar')
12                     @if (! isset($hideSidebar))
13                         @include ('partials._sidebar') //NAVEGADOR
14                     @endif
15                 @show
16             </div>
17             <div class="col-sm-8 col-sm-offset-4 col-lg-9 col-lg-offset-3 main">
18                 @yield('content') //ÁREA DE DETALHE
19             </div>
20         </div>
21     </div>
22     @include('partials._notifier') //ÁREA DE NOTIFICAÇÃO
23     @include('partials._footer')
24     @yield('scripts')
25 </body>
26 </html>

```

Figura 6.12: Template com o layout base da aplicação — `swim.blade.php`

6.5.6 Vista

No Laravel uma vista corresponde a um ficheiro *template*. Na Figura 6.12 está representado o código do ficheiro que define o *layout* base da aplicação. Este ficheiro utiliza o sistema Blade do Laravel. Os dois grandes benefícios apresentados pelo Blade são: *template inheritance* e as secções. É importante notar que as vistas definidas com Blade são compiladas para código fonte PHP sendo colocadas em *cache*. Desta forma não existe qualquer diferença, em termos de processamento, para um sistema de templates convencional [12]. De seguida são descritas as diretivas principais que permitem trabalhar com este sistema.

@include — permite incluir uma “sub-vista” parcial na vista principal.

@section — permite definir uma secção de conteúdo.

@yield — permite apresentar o conteúdo de uma determinada secção especificada noutra vista.

6.6 Outros Detalhes de Implementação

Para além dos componentes do Laravel abordados até agora, existem outros detalhes de implementação, importantes para o sucesso da aplicação, que serão analisados em detalhe.





SWi.M				EDIFÍCIOS SAUDÁVEIS				 Imprimir Etiqueta QE				 Sair da Visualização				João Miranda  					
QUADRO ELÉTRICO										ALIMENTAÇÃO											
SM		Site		PT		Nível		Localização		QE		Disjuntor		Localização		Data Report					
1Q2_05		Q.G.S.C. 2		PT1		2		P1/P29		1Q1_01		005		P1/G25		2015-09-07					
Gerais						Normais						Normais									
SM		Site		Calibre		SM		Site		Cal.		Saída		SM		Site		Calibre		Saída	
G01		Geral de Quadro		400		001		Alim. Q.S.C. 2.1		160		1Q3_07		101		Ilum. Spot's Flur.		10		Iluminação de Mall	
Diferenciais						002		Alim. Q.S.C. 2.2		100		1Q3_08		102		Ilum. Patamares		10		Iluminação de Mall	
						003		Alim. Q. Ilum. Q.G.S.C. 2		100		1Q3_09		103		Ilum. Sanca		10		Iluminação de Mall	
						004		Alim. U.C.L.		16		U.C.L.		104		Reserva Equipada		10		Reserva/Reserva Equipada	
						005		Tensão Comando 220V		16		Tensão de Comando		105		Lim. Emerg. Cor. AC Elev. Publico Lado Esquerdo		10		Iluminação de Mall	
						006		Tensão Comando 24V		10		Tensão de Comando		106		Ilum. Arm. Atrio		10		Iluminação de Mall	
						007		Alim. Escada Rolante D.T.M. 2.1		40		Escada Rolante		107		Ilum. Spot's Halog. Atrio		10		Iluminação de Mall	
						008		Alim. Escada Rolante D.T.M. 2.2		40		Escada Rolante		108		Ilum. Spot's Halog.		10		Iluminação de Mall	
						009		Alim. Escada Rolante D.T.M. 2.3		40		Escada Rolante		109		Ilum. Spot's Flur.		10		Iluminação de Mall	
						010		Reserva Equipada		10		Reserva/Reserva Equipada		110		Toten		63		Iluminação de Mall	
						011		Reserva Equipada		10		Reserva/Reserva Equipada		111		Ilum. Pilar		10		Iluminação de Mall	
						012		Reserva Equipada		10		Reserva/Reserva Equipada		112		Ilum. Exterior		10		Iluminação Exterior	
						013		Retentores Portas		16		Retentores Portas		113		Reserva Equipada		10		Reserva/Reserva Equipada	
						014		Reserva Equipada		16		Reserva/Reserva Equipada		114		Reserva Equipada		10		Reserva/Reserva Equipada	
						015		Reserva Equipada		16		Reserva/Reserva Equipada		115		Reserva Equipada		10		Reserva/Reserva Equipada	
						016		Reserva Equipada		16		Reserva/Reserva Equipada		116		Reserva Equipada		10		Reserva/Reserva Equipada	
						017		Reserva Equipada		16		Reserva/Reserva Equipada		117		Floreira		10		Iluminação de Mall	
						018		Reserva Equipada		16		Reserva/Reserva Equipada		118		Floreira		10		Iluminação de Mall	
						019		Tomadas Sala Quadros		16		Tomadas		119		Ilum. Pilares		10		Iluminação de Mall	
						020		Alim. Sala SIBS RGE		16		Iluminação Áreas Técnicas		120		Ilum. Pilares		10		Iluminação de Mall	
						021		Alim. Barreiras		16		Iluminação de Mall		121		Ilum. Pilares		10		Iluminação de Mall	
						022		Alim. C.C.T.V.		10		Sistema CCTV		122		Ilum. Pilares		10		Iluminação de Mall	
						023		Alim. C.C.T.V.		10		Sistema CCTV		123		Reserva Equipada		10		Reserva/Reserva Equipada	
						024		Alim. C.C.T.V.		10		Sistema CCTV									
						025		Alim. Telefone Publico		6		Telefones									
						026		Alim. Telefone Publico		6		Telefones									
						027		Reserva Equipada		6		Reserva/Reserva Equipada									
						028		Letreiros Saída		10		Letreiros Saída									

Figura 6.13: Pré-visualização Etiquetagem QE 1Q2_05

6.6.1 Etiketagem dos Quadros Elétricos

De forma a resolver a etiquetagem disfuncional dos elementos do QE, um dos objetivos da aplicação é gerar um relatório (folha A4) com a informação relevante do QE para os operacionais. Esse relatório seria colocado junto do QE e passaria a ser a referência para consulta de informação. Para ligar a informação contida nesse relatório com os elementos do QE, este novo sistema de etiquetagem obrigaria à renumeração de todos os elementos (disjuntores e contadores) em conformidade com o código SM do Sbm.

Na aplicação foi criada uma vista de pré-visualização do relatório disponível a partir do detalhe do QE (ver Figura 6.3). A vista criada tem duas estruturas de apresentação: com duas colunas para QE com número de disjuntores normais inferior ou igual a 100; com três colunas para QE com mais de 100 disjuntores normais. Para além dos dados normalmente contidos nas etiquetas e elementos do QE, foi incluída mais informação relevante para o trabalho dos operacionais, designadamente: QE a montante, QE a jusante, e respectivas localizações. Na Figura 6.13 está representada a pré-visualização do relatório relativa ao QE 1Q2_05. No Anexo C pode ser consultado o relatório completo deste QE — com três colunas, e outro relatório completo relativo ao QE 1Q3_12 — com duas colunas.

Tabela 6.3: Recursos e métodos disponíveis

Recurso	Método	Pedido HTTP	Descrição
Edifícios	store	POST /buildings/	Guardar edifício
	update	PUT /buildings/id	Atualizar edifício
	destroy	DELETE /buildings/id	Eliminar edifício
Diferenciais	store	POST /differentials/	Guardar diferencial
	update	PUT /differentials/id	Atualizar diferencial
	destroy	DELETE /differentials/id	Eliminar diferencial
	restore	POST /differentials/trashed/id	Recuperar diferencial
	emptyTrash	GET /differentials/trashed	Esvaziar reciclagem

6.6.2 API

Para dar resposta aos pedidos AJAX da UI, e para acomodar um possível desenvolvimento futuro de uma UI em SPA, foi necessário especificar uma API simples. Na Tabela 6.3 estão listados dois recursos e respetivos métodos disponíveis que exemplificam os dois tipos de recursos disponíveis na aplicação: com e sem reciclagem. Os recursos com reciclagem fazem uso de uma funcionalidade no Laravel que permite *soft deleting* e que será descrita mais adiante. De salientar que a API tem mais recursos implementados que não estão listados na Tabela 6.3, por motivo de espaço no documento e porque o princípio de implementação é igual ao dos recursos que estão listados. A implementação dos métodos foi efetuada com recurso a *RESTful Controllers*.

Soft Deleting

Na declaração de um modelo Eloquent, o Laravel permite ativar uma funcionalidade embutida de *soft deleting*. Esta funcionalidade permite marcar os registos como apagados sem que sejam eliminados da BD, através do campo *deleted_at* da tabela correspondente. Este campo é declarado na classe que define o esquema da tabela através da declaração `$tables->softDeletes()`. Um modelo que tenha esta funcionalidade ativada, quando é “eliminado”, o campo *deleted_at* é definido com a data e hora da operação. Numa *query* normal à BD apenas são devolvidos os modelos com *deleted_at* nulo, embora o Eloquent tenha mecanismos que permitem listar os modelos que foram “eliminados”.

RESTful Controllers

O Laravel fornece uma implementação RESTful nativa através da declaração de uma *resourceful route* no ficheiro `routes.php` (ver Secção 6.5.2). Neste tipo de rotas, os diferentes tipos de verbos (pedidos HTTP) são mapeados em métodos do controlador através das seguintes regras:

GET — corresponde aos métodos `index()` ou `show()`, dependendo se existe ou não um parâmetro “id” na rota. Se esse parâmetro existir é passado como argumento para `show()`, se não existir `index()` é invocado.

Tabela 6.4: Códigos status HTTP

Código	Status	Descrição	Código adicional
100	Continue	Necessário confirmação	
200	OK	Sucesso ao atualizar registo	04
		Sucesso no envio para reciclagem	14
		Sucesso ao eliminar da reciclagem	
201	Created	Sucesso ao criar registo	
204	No content	Sucesso ao eliminar registo	
400	Bad Request	Erro não especificado	
401	Unauthorized	Pedido não autorizado	
403	Forbidden		
404	Not Found	Registo não encontrado	
409	Conflict	Conflito com dados já existentes	
415	Unsupported Media Type	Pedido não é AJAX/JSON	
422	Unprocessable Entity	Erro na validação dos dados	
500	Internal Server Error	Erro interno do Laravel	
502	Bad Gateway	Erro no acesso à BD	

POST — corresponde ao método `store()` e implica a existência de dados no pedido para criar uma nova entidade.

PUT — corresponde ao método `update()` e implica a existência de um parâmetro “id” na rota.

DELETE — corresponde ao método `destroy()` e implica a existência de um parâmetro “id” na rota.

Códigos das mensagens

Uma das regras para a construção de uma API é informar o cliente com códigos de acordo com o standard que define os códigos de status HTTP. Para algumas mensagens foi definido um código adicional para ajudar à contextualização da mensagem. Na Tabela 6.4 estão listados os códigos usados na API implementada.

6.6.3 Importação/Exportação *Switchboard Map*

Para efetuar a importação/exportação foi utilizado um pacote `maatwebsite/excel` que, basicamente, é uma implementação específica para Laravel do pacote PHP Excel.

Durante a implementação da importação de dados a partir da folha de cálculo para a aplicação, foram detetados inúmeros erros de consistência na folha de cálculo existente, designadamente:

- Codificação SM incorreta;
- Relação entre contadores e disjuntores errada;
- Incoerências na estrutura do código SM.

Swi.M *Bug Tracking
Registo de bugs/erros e sugestões de melhoria para a aplicação.

Antes de submeter um novo report, verifique se o erro já está reportado em:
https://docs.google.com/spreadsheets/d/1H3URKMuLnQ8mR9p4czan_rcaGO-VG8tMzef9h8/pubhtml?pid=1207996123&single=true

Caso este registo não seja efetuado no dia de ocorrência do erro, por favor indicar no nº 8 a data.
Dúvidas no preenchimento do report: jaosmmiranda@gmail.com
Obrigado!

***Required**

1. Login na aplicação *
Ex: admin@esc.pt; testuser@swim.pt ...

2. Email de contacto *
☐ Igual ao login
☐ Other:

3. Tipologia do report *
☐ Erro
☐ Melhoria

4. Prioridade *
☐ Crítica
☐ Alta
☐ Normal
☐ Baixa

5. Sumário *
Descrição breve e objetiva do report, numa linha.

6. Descrição *
Contextualização do report (onde foi encontrado e com que dados), os passos para o reproduzir (que ações despoletaram o problema), o resultado (o que ficou incorreto na aplicação depois da ocorrência do problema?) e qual seria o resultado esperado.

7. A que componente da aplicação se refere este report? *
☐ Painel de Configuração
☐ Switchboard Map
☐ Sub-metering Design

8. Em caso de erro de execução, indicar data e hora de ocorrência.
Se aparecer uma men
Month Day Hr Min

9. Caso seja apresentada mensagem de erro, indicar o código.
Ex: 400, 403, 500, ...

10. Qual o browser utilizado?
☐ Chrome
☐ Firefox
☐ Internet Explorer
☐ Other:

11. Anexo com detalhes?
Para enviar um anexo (ex: Print Screen), seleccione a opção abaixo e envie um e-mail com o sumário (5) no "Assunto" para jaosmmiranda@gmail.com
☐ Envio de anexo

Submit

Never submit passwords through Google Forms.

Powered by Google Forms
This content is neither created nor endorsed by Google.
[Report Abuse](#) - [Terms of Service](#) - [Additional Terms](#)

Figura 6.14: Swi.M Bug tracking: Formulário de registo

6.7 Bug Tracking

Com o objetivo de registar e controlar os *bugs* e sugestões de melhoria detetados pelos utilizadores da aplicação, foi criado um sistema simples de *bug tracking* baseado em Google Forms/Docs. Na Figura 6.14 está representado o formulário para registo dos dados. Para o *bug* ser corretamente identificado, alguns parâmetros são obrigatórios. O formulário permite inserir uma breve descrição assim como estabelecer a prioridade do registo efetuado.

A Figura 6.15 representa a vista da listagem de erros/melhorias já detetadas e disponível num *link* a partir do formulário de registo. Nesta listagem é possível verificar o tipo de erro, a prioridade, se já foi resolvido e em que versão, e outras informações importantes.

6.8 Implementação das User Stories

Estabelecendo como referência a especificação do protótipo, verifica-se que várias *user stories* (US) não foram implementadas. Conforme a justificação apresentada na Secção 6.3, deste capítulo, foi selecionada para implementação apenas a parte do modelo do domínio essencial para demonstrar a validade da solução. Considerando essa parte do modelo e as US implementadas, na Tabela 6.5 está apresentado o número de US especificadas na fase de protótipo, selecionadas para implementação e efetivamente implementadas, agregadas por prioridade. A coluna “Porcentagem” refere-se ao rácio entre US implementadas e selecionadas.

Swi.M Bug Tracking : Public								
Estado	Data/Hora	Tipo	Prioridade	Sumário	Componente	Código Erro	Browser	Login
Aberto	2015/07/19 01:51:35	Erro	Normal	Barra de notificação sobrepe-se ao painel de navegação	Switchboard Map		Chrome, Firefox, Internet Explorer	admin@esc.pt
Resolvido v0.3.4	2015/07/20 01:15:25	Melhoria	Alta	Ordenação de códigos nos indicadores	Switchboard Map			admin@esc.pt
Resolvido v0.3.4	2015/07/23 12:11:05	Erro	Crítica	Erro ao criar automaticamente local (PT, QE)	Switchboard Map			admin@esc.pt
Resolvido v0.3.4	2015/07/23 12:35:29	Erro	Crítica	Erro ao criar automaticamente QE alimentado	Switchboard Map	409		admin@esc.pt
Resolvido v0.3.4	2015/07/23 14:20:22	Erro	Crítica	Ao editar ID Contador dá erro de validação apesar de valor ser numérico	Switchboard Map	422		admin@esc.pt
Aberto	2015/07/23 14:30:25	Erro	Normal	Erro ao visualizar detalhe de estratégia em edifícios vazios	Sub-metering Design			admin@esc.pt

Published by [Google Sheets](#) - [Report Abuse](#) - Updated automatically every 5 minutes

Figura 6.15: Swi.M *Bug tracking*: Listagem de erros

É importante notar que na fase de especificação, as US relacionadas com os operacionais foram classificadas com prioridade média e baixa para refletir a menor importância para a prova de conceito e também por existir a percepção que dificilmente haveria tempo para as implementar.

Analisando a Tabela 6.5, verifica-se que as US de prioridade alta foram todas selecionadas e implementadas. Devido à escassez de tempo nenhuma das US de baixa prioridade foi implementada. As US de prioridade média não implementadas, são na sua maioria relacionadas com o SmD. Das 13 US selecionadas, 6 estão relacionadas com o SmD. Desta análise, pode concluir-se que o desenvolvimento de um protótipo, para a prova de conceito desta dissertação, foi efetuado com sucesso.

6.9 Conclusões

Neste capítulo foram apresentadas algumas decisões essenciais para a implementação e foi analisado o mapeamento do modelo do domínio para o modelo relacional. Foi também descrita a implementação da aplicação para realizar a prova de conceito da solução proposta e foram abordados os detalhes mais importantes da utilização do Laravel como *framework* de desenvolvimento. No próximo capítulo serão apresentados os testes de avaliação da aplicação e a respetiva análise dos resultados.

Tabela 6.5: Percentagem de implementação das *user stories*

Prioridade	Especificadas	Selecionadas	Implementadas	Percentagem
Alta	13	13	13	100%
Média	17	13	4	31%
Baixa	5	3	0	0%

Capítulo 7

Avaliação da aplicação

Neste capítulo é apresentada a metodologia utilizada para avaliar o trabalho desenvolvido, assim como os resultados obtidos e a respetiva análise.

7.1 Introdução

A avaliação da solução implementada é essencial para determinar o sucesso do trabalho realizado. Nesse sentido foram estabelecidos dois métodos: avaliação de desempenho e questionário de satisfação aos utilizadores.

7.2 Desempenho da aplicação

Dado que grande parte da utilização da aplicação estará relacionada com o registo dos dados do SbM é importante avaliar os tempos de introdução de dados comparativamente com a folha de cálculo.

É também importante avaliar a capacidade da aplicação facilitar o projeto de *Sub-metering Design*, essencialmente através da redução do tempo necessário para gerar os mapas auxiliares.

Para avaliar estes aspetos foram efetuados dois tipos de teste de cronometragem:

1. Tempo necessário para registar toda a informação de um QE (código, nome, localização, disjuntores e contadores) no SbM.
2. Tempo necessário para gerar o mapa BOARD de um indicador do SmD.

Teste de introdução de dados

Para o 1.º teste era importante selecionar um QE que fosse representativo das características médias dos QE no SBM do PortoShopping, em termos de quantidade e de tipo de elementos presentes. Para auxiliar essa seleção foi calculada a média de disjuntores por QE. Considerando que o SbM contém 2037 disjuntores distribuídos por 39 QE (excluindo os QN), verificou-se uma **média de 53 disjuntores por QE**.

Tabela 7.1: Características do QE 1Q3_12

Gerais	Disjuntores		Contadores	Saídas	
	Diferenciais	Normais		QE	Cargas
1	8	56	3	3	53

Foi então selecionado um QE que incluísse cerca de 60 disjuntores abrangendo os três tipos, contadores e que alimentasse outros QE e cargas. O QE selecionado foi o 1Q3_12 cujos dados estão apresentados na Tabela 7.1.

O teste foi realizado por três pessoas sem qualquer experiência prévia de utilização da folha de cálculo ou da aplicação. Neste teste as componentes cliente e servidor da aplicação foram executadas na mesma máquina. As três pessoas realizaram o teste no mesmo computador, cujas características correspondem à Máquina 1 na Tabela 7.3. Foram dadas as orientações mínimas acerca dos dados a introduzir. Foi cronometrado o tempo que cada pessoa demorou a introduzir os dados do QE selecionado na aplicação e depois na folha de cálculo. Os resultados dos testes estão listados na Tabela 7.2.

Teste de geração do mapa BOARD

Para o 2.º teste foi selecionado o indicador IM (Iluminação de *Mall*). Este indicador normalmente está distribuído pelo maior número de QE no SbM de um edifício comparativamente com outros indicadores. No caso do PortoShopping, este indicador está associado a 255 disjuntores, distribuídos por 18 QE. Foram efetuadas duas cronometragens em máquinas com características bastante distintas, conforme a Tabela 7.3.

Os resultados do teste foram os seguintes:

Máquina 1 : 5 s

Máquina 2 : 12 s

7.3 Satisfação dos utilizadores

No contexto de avaliação de uma aplicação é fundamental avaliar a satisfação dos utilizadores. O intuito do questionário realizado era avaliar a aplicação Swi.M, através da opinião dos utilizadores, relativamente a três parâmetros: Usabilidade, Desempenho e Requisitos.

Tabela 7.2: Tempos de introdução dos dados do QE 1Q3_12

Utilizador	Folha de cálculo	Swi.M	Diferença
A	45 min	35 min	10 min
B	54 min	42 min	12 min
C	57 min	50 min	7 min
Média	52 min	42 min	10 min

Tabela 7.3: Caraterísticas das máquinas para os testes de desempenho

Máquina	CPU	RAM	Disco	SO
1	Core i5-2500K (4.0GHz)	8GB	SSD128GB	Windows7
2	Core2Duo (1.6GHz)	2GB	HDD80GB	Windows XP

Condições de teste

A aplicação foi instalada e configurada nas instalações da ESC. As caraterísticas das máquinas utilizadas como servidor e cliente estão listadas na Tabela 7.4. Os quatro participantes no teste utilizaram a aplicação durante 1 semana e no final preencheram um questionário disponível através da plataforma Google Forms.

Escala de respostas

A escala Likert foi desenvolvida com o intuito de registar o nível de concordância ou discordância com uma determinada afirmação [36]. Neste questionário foi utilizada a seguinte escala de respostas:

- Concordo totalmente (CT)
- Concordo (C)
- Indiferente (I)
- Discordo (D)
- Discordo totalmente (DT)

Afirmações e valorização da escala

Importa referir que no questionário online as frases estavam ordenadas de forma aleatória para que não fosse perceptível a relação entre as frases e os parâmetros em análise. A valorização das respostas foi alterada para manter a tendência média da resposta [36].

De seguida estão listadas as frases incluídas no questionário assim como a respetiva valorização da escala de respostas.

Usabilidade

U1 — Percebi com facilidade o funcionamento da aplicação.

(CT):5 — (C):4 — (I):3 — (D):2 — (DT):1

Tabela 7.4: Caraterísticas das máquinas instaladas na ESC

Máquina	CPU	RAM	Disco	SO
Servidor	Pentium M 760 (2.0GHz)	2GB	HDD 60GB	WindowsXP
Cliente	Core i5-450M (2.4GHz)	4GB	SSD 128GB	Windows7

U2 — O interface da aplicação é confuso.

(CT):1 — (C):2 — (I):3 — (D):4 — (DT):5

U3 — É fácil encontrar a informação que preciso.

(CT):5 — (C):4 — (I):3 — (D):2 — (DT):1

U4 — A aplicação tem muitos erros.

(CT):1 — (C):2 — (I):3 — (D):4 — (DT):5

Desempenho

D1 — A aplicação é rápida.

(CT):5 — (C):4 — (I):3 — (D):2 — (DT):1

D2 — No Excel demoro menos tempo a registar a informação de um Disjuntor.

(CT):5 — (C):4 — (I):3 — (D):2 — (DT):1

D3 — Na aplicação demoro menos tempo a registar a informação de um Quadro Elétrico.

(CT):5 — (C):4 — (I):3 — (D):2 — (DT):1

D4 — No Excel é mais rápido alterar o código SM de um Quadro Elétrico.

(CT):5 — (C):4 — (I):3 — (D):2 — (DT):1

Requisitos

R1 — A aplicação facilita o meu trabalho.

(CT):5 — (C):4 — (I):3 — (D):2 — (DT):1

R2 — É mais fácil encontrar a informação no ficheiro Excel.

(CT):1 — (C):2 — (I):3 — (D):4 — (DT):5

R3 — No contexto do Switchboard Map, prefiro utilizar o Excel em vez da aplicação.

(CT):1 — (C):2 — (I):3 — (D):4 — (DT):5

R4 — No contexto do Sub-metering Design, prefiro utilizar a aplicação em vez do Excel.

(CT):5 — (C):4 — (I):3 — (D):2 — (DT):1

R5 — Tenho mais confiança nos dados registados em Excel.

(CT):1 — (C):2 — (I):3 — (D):4 — (DT):5

R6 — A aplicação diminui os erros de introdução de dados.

(CT):5 — (C):4 — (I):3 — (D):2 — (DT):1

Tabela 7.5: Resultados do questionário

Afirmações	CT	C	I	D	DT	VMP	Média
U1	75%	25%	0%	0%	0%	4.75	4.50
U2	0%	0%	0%	25%	75%	4.75	
U3	25%	75%	0%	0%	0%	4.25	
U4	0%	0%	0%	75%	25%	4.25	
D1	50%	50%	0%	0%	0%	4.50	3.63
D2	0%	0%	25%	75%	0%	3.75	
D3	0%	25%	50%	25%	0%	3.00	
D4	0%	25%	25%	50%	0%	3.25	
R1	50%	50%	0%	0%	0%	4.50	3.75
R2	0%	0%	50%	25%	25%	3.75	
R3	0%	25%	0%	50%	25%	3.75	
R4	0%	25%	25%	25%	25%	2.50	
R5	0%	25%	0%	50%	25%	3.75	
R6	75%	0%	0%	25%	0%	4.25	

Métricas

Para cada afirmação foi calculado um valor médio ponderado (VMP) baseado na valorização atribuída à escala de respostas [36]. Foi depois obtida a média dos VMP relativos a cada parâmetro em análise. Um VMP mais próximo de 5 indica maior concordância dos utilizadores com o sucesso da aplicação em cada um dos parâmetros analisados.

Resultados

Na Tabela 7.5 estão representados os resultados do questionário em valores percentuais acompanhados das métricas de avaliação.

7.4 Análise Resultados

Para cada um dos métodos de avaliação são de seguida analisados os respetivos resultados.

Teste de Desempenho

Os responsáveis da ESC tinham receio que a aplicação fosse aumentar os tempos de introdução de dados do SbM. Essa possibilidade não foi confirmada pelos testes efetuados. Inclusivamente em média existiu uma redução de 10 min no tempo necessário para introdução dos dados. Considerando que um edifício tem normalmente dezenas de QE, este valor representa uma diminuição significativa no tempo consumido para essa tarefa.

Relativamente ao teste de cronometragem para gerar o mapa BOARD, não foi efetuado um teste comparativo através da folha de cálculo pois, *à priori*, era reconhecido, junto dos colaboradores da empresa, que essa tarefa para o indicador selecionado (IM) demora várias horas. Portanto, fica demonstrada a rapidez que a aplicação apresenta na extração de conhecimento do SbM para o projeto de *sub-metering*.

Questionário de Satisfação

Os resultados do questionário confirmam a satisfação dos utilizadores com a aplicação. O parâmetro com VMP mais elevado foi o de Usabilidade (4.50) confirmando que a UI desenvolvida foi adequada ao contexto de utilização. Relativamente aos parâmetros “Desempenho” (3.63) e “Requisitos” (3.75) os resultados são positivos. A afirmação R4 teve a pontuação mais baixa (2.50). Essa frase estava relacionada com a componente SmD o que demonstra em parte o menor grau de satisfação dos utilizadores com essa vertente da aplicação. O processo de obtenção do SmD ainda estava em fase de desenvolvimento na ESC quando este trabalho foi iniciado. A “instabilidade” dos requisitos refletiu-se na implementação desse componente do protótipo, conforme analisado na Secção 6.8 do Capítulo 6 e consequentemente na opinião dos utilizadores.

7.5 Conclusões

Neste capítulo apresentaram-se duas metodologias para avaliar a aplicação desenvolvida: testes de desempenho da aplicação e questionário de satisfação dos utilizadores. Relativamente ao desempenho da aplicação ficou demonstrado que a aplicação tem um impacto positivo no tempo necessário para a introdução dos dados, com a vantagem de garantir a consistência dos dados por via das validações implementadas na aplicação. A opinião dos utilizadores relativamente à aplicação é positiva e demonstra que a UI foi desenvolvida em função do domínio do problema para facilitar o trabalho dos colaboradores da empresa.

Capítulo 8

Conclusões

A empresa Edifícios Saudáveis Consultores trabalha em conjunto com as entidades gestoras dos edifícios para efetuar o levantamento detalhado e atualizado do mapeamento dos quadros elétricos. Com essa informação é desenvolvido o projeto de *sub-metering* com vista à desagregação de consumos dos sub-sistemas principais para identificar oportunidades de melhoria do consumo energético global do edifício.

Para registar a informação do mapeamento dos quadros elétricos, a empresa utiliza folhas de cálculo. O desenvolvimento dos mapas de decisão para o projeto de *sub-metering* também é efetuado com recurso a folhas de cálculo. Este sistema de registo impede que a informação esteja disponível de forma descentralizada, não garante a consistência dos dados e implica um grande consumo de tempo em tarefas repetitivas para desenvolver a análise de *sub-metering*.

Nesta dissertação foi proposta uma solução, baseada numa aplicação web, com os seguintes objetivos: facilitar a gestão da informação relativa ao mapeamento dos quadros elétricos, auxiliar o projeto de *sub-metering* e tornar acessível essa informação aos vários interessados: consultores, gestores e operacionais.

8.1 Satisfação dos Objetivos

Os resultados da avaliação confirmaram a validade da solução proposta principalmente em três aspetos chave: garantia de consistência dos dados em conformidade com as regras internas, acesso facilitado à informação e redução dramática do tempo necessário para extrair conhecimento do mapeamento dos quadros elétricos para o projeto de *sub-metering*.

8.2 Trabalho futuro

Em função dos objetivos delineados para a aplicação Swi.M, existem aspetos que deverão ser melhorados e outras funcionalidades terão de ser implementadas para que a aplicação se torne uma ferramenta útil para os projetos desenvolvidos na empresa. Esses aspetos e funcionalidades são brevemente abordados de seguida.

Laravel 5.1 (LTS)

A versão 5.1 do Laravel, classificada como *Long Term Support* (LTS), foi lançada já na fase final de implementação, pelo que não foi possível atualizar a aplicação para essa versão da *framework*. Segundo a política de suporte do Laravel, as versões LTS têm garantidas correções de erros durante 2 anos e correções de falhas de segurança durante 3 anos. No contexto de uma aplicação empresarial é importante basear o desenvolvimento numa versão com estas garantias de suporte de forma a diminuir os custos de manutenção.

Testes

Apesar de terem sido efetuados diversos testes exploratórios à aplicação e corrigidos inúmeros *bugs*, a escassez de tempo não permitiu implementar um sistema estruturado de testes. No entanto, com a intenção da empresa de utilizar a aplicação em ambiente de produção, esta será uma fase fundamental para garantir o cumprimento dos requisitos da aplicação.

User Interface em SPA

A ausência de uma *framework* no desenvolvimento da UI notou-se principalmente na acrescida dificuldade em manter a componente JavaScript do código e na implementação da dinâmica necessária em determinados componentes da UI. Para enriquecer a experiência do utilizador e facilitar a reutilização de componentes de código, será necessário o estudo e posterior implementação da UI através de uma *framework* baseada no conceito SPA.

Offline First!

Para que aos operacionais de manutenção dos edifícios possam aceder à informação registada na aplicação, será necessário desenvolver um componente em *Offline First!* que permita a consulta da informação independente do estado da ligação de dados.

Sub-metering Design

No decorrer da implementação o processo de desenvolvimento do Sub-metering na empresa foi alterado e portanto, torna-se necessário atualizar essa componente da aplicação para que os mapas gerados auxiliem os novos métodos de decisão.

Energy Management Guide

O trabalho desenvolvido é um dos componentes principais do conceito mais vasto que é o EMG de um edifício. Sendo que o SI que dará suporte ao EMG ainda não foi desenvolvido, nem sequer especificado formalmente, será necessário estabelecer a ligação entre esse SI e a aplicação Swi.M.

Anexo A

Folha de Cálculo

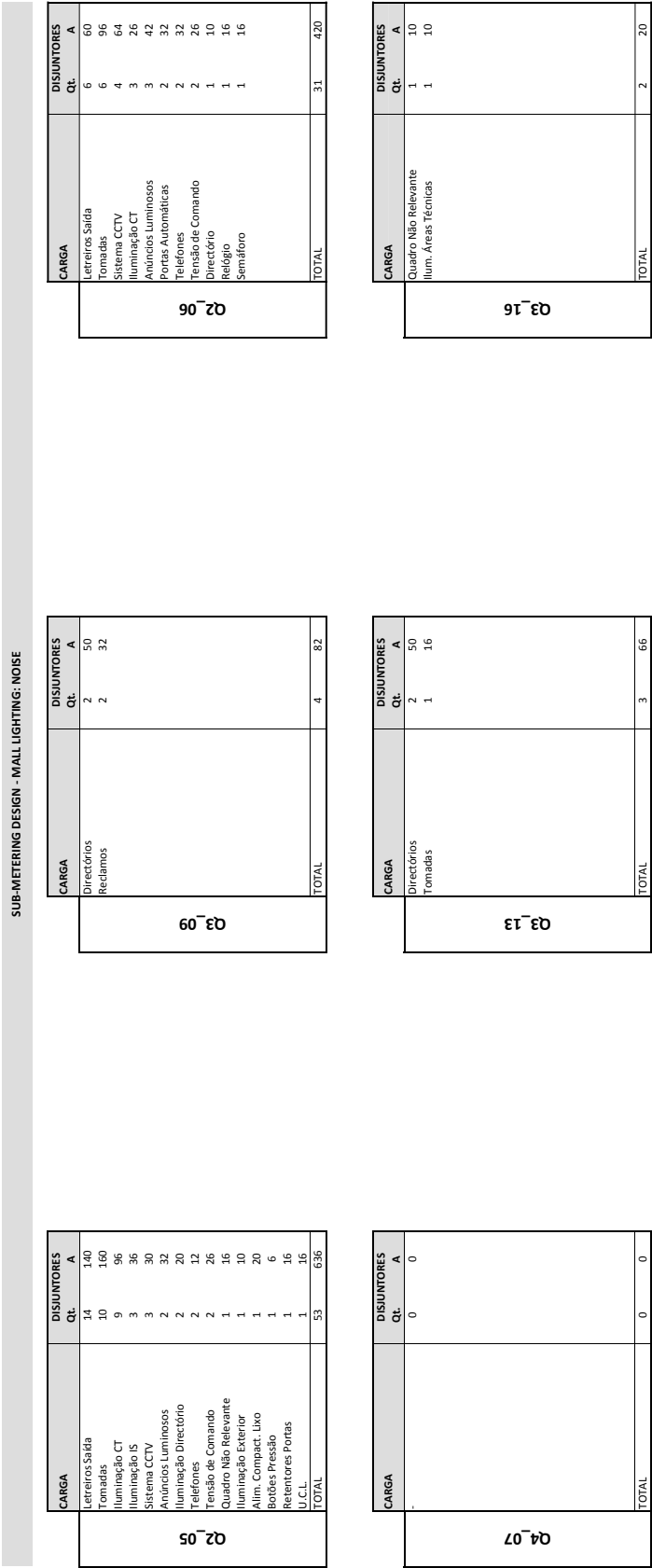
Nas Figuras [A.1](#) e [A.2](#) estão representados dois excertos da folha de cálculo com o registo do SbM do PortoShopping. Os dados apresentados são relativos ao QE n.º 05 de nível 2 — SM: Q2_05. Importa referir que não estão listadas todas as linhas da folha de cálculo desse QE e, por motivos de apresentação, foram também suprimidas as colunas: “Notas” e “Indicador”.

QUADRO				DISJUNTOR				Contador				Contador				
SM	Referência	Localização	Alimentação	Contador	SM	Referência	Site	Calibre	Saídas	Quadro	Carga	SM	Referência	Site	Tipo	ID
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_027	Inter Barras		160	D2_05_015							
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_027	Inter Barras		160	D2_05_016							
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_027	Inter Barras		160	D2_05_017							
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_027	Inter Barras		160	D2_05_018							
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_027	Inter Barras		160	D2_05_019							
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_027	Inter Barras		160	D2_05_020							
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_027	Inter Barras		160	D2_05_021							
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_027	Inter Barras		160	D2_05_022							
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_027	Inter Barras		160	D2_05_023							
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_027	Inter Barras		160	D2_05_024							
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_001	Alim. Q.5.C.2.1		160		Q3_07		C2_05_001			Integrador	5
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_002	Alim. Q.5.C.2.2		100		Q3_08		C2_05_002			Integrador	6
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_003	Alim. Q.5.C.2.2		100		Q3_09						
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_004	Alim. U.C.L.		16			U.C.L.					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_005	Tenda Composto 220V		16			Tenda de Composto					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_006	Tenda Composto 220V		16			Tenda de Composto					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_007	Alim. Escada Rolante D.T. M. 2.1		40			Escada Rolante	C2_05_007_008_009			Integrador	4
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_008	Alim. Escada Rolante D.T. M. 2.2		40			Escada Rolante	C2_05_007_008_009			Integrador	4
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_009	Alim. Escada Rolante D.T. M. 2.3		40			Escada Rolante	C2_05_007_008_009			Integrador	4
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_010	Reserva Equipada		10			Reserva/Reserva Equipada					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_011	Reserva Equipada		10			Reserva/Reserva Equipada					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_012	Reserva Equipada		10			Reserva/Reserva Equipada					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_013	Retentores Portas		16			Retentores Portas					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_014	Reserva Equipada		16			Reserva/Reserva Equipada					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_015	Reserva Equipada		16			Reserva/Reserva Equipada					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_016	Reserva Equipada		16			Reserva/Reserva Equipada					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_017	Reserva Equipada		16			Reserva/Reserva Equipada					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_018	Reserva Equipada		16			Reserva/Reserva Equipada					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_019	Tomadas Sala Quadras		16			Tomadas					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_020	Alim. Sala Sibs RGE		16			Iluminação Áreas Técnicas					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_021	Alim. Barreiras		16			Iluminação de Mall					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_022	Alim. C.C.T.V.		10			Sistema CCTV					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_023	Alim. C.C.T.V.		10			Sistema CCTV					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_024	Alim. C.C.T.V.		10			Sistema CCTV					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_025	Alim. Telefone Publico		6			Telefones					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_026	Alim. Telefone Publico		6			Telefones					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_027	Reserva Equipada		6			Reserva/Reserva Equipada					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_028	Letreiros Saida		10			Letreiros Saida					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_029	Letreiros Saida		10			Letreiros Saida					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_030	Alim. And. J4		10			Iluminação de Mall					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_031	Reserva Equipada		10			Reserva/Reserva Equipada					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_032	Reserva Equipada		10			Reserva/Reserva Equipada					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_033	Reserva Equipada		10			Reserva/Reserva Equipada					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_034	Letreiros Saida		10			Letreiros Saida					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_035	Letreiros Saida		10			Letreiros Saida					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_036	Letreiros Saida		10			Letreiros Saida					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_037	Letreiros Saida		10			Letreiros Saida					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_038	Letreiros Saida		10			Letreiros Saida					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_039	Letreiros Saida		10			Letreiros Saida					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_040	Letreiros Saida		10			Letreiros Saida					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_041	Letreiros Saida		10			Letreiros Saida					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_042	Letreiros Saida		10			Letreiros Saida					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_043	Letreiros Saida		10			Letreiros Saida					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_044	Letreiros Saida		10			Letreiros Saida					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_045	Letreiros Saida		10			Letreiros Saida					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_046	Ilum. Escada Serviço		16			Iluminação de Mall					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_047	Ilum. Escada Serviço		16			Iluminação de Mall					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_048	Ilum. Escada Publico		16			Iluminação de Mall					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_049	Ilum. Escada Publico		16			Iluminação de Mall					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_050	Iluminação Sanitários		16			Iluminação de Mall					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_051	Reserva Equipada		16			Iluminação Instalações Sanitárias					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_052	Ilum. Emerg. Platan. Criad. Escada Rd		16			Reserva/Reserva Equipada					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_053	Ilum. Emerg. Cor. AC. 2º Socorro Elev. Publ		16			Iluminação de Mall					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_054	Ilum. Emergência Sport's Circular		16			Iluminação de Mall					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_055	Ilum. Emergência Armad. Atiro		16			Iluminação de Mall					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_056	Ilum. Emerg. Circulação Armadura 1x58		16			Iluminação de Mall					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_057	Ilum. Platan. Rd		16			Iluminação de Mall					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_058	Rasante Floresta		10			Iluminação de Mall					
Q2_05	Q.6.5.C.2	PI/P29	Q1_01	C1_01_005	D2_05_059	Ilum. Corredor AC. Elev. Publ. Lado Est		10			Iluminação de Mall					

Figura A.2: Excerto n.º2 da folha de cálculo: Q2_05

Anexo B

Mapas de *Sub-metering Design*



CARGA	Iluminação de Mall				
REF.	IM				
REPRESENTATIVIDADE	86%				
RUIÍDO	Ver tabelas em SUB METERING DESIGN - MALL LIGHTING-NOISE				
SHORT-DESCRIPTION	Estratégia de sub-metering baseada em 14 contadores (13 pré-existentis e 1 a instalar)				
	Esta estratégia permite monitorizar 86% dos disjuntores de iluminação de mall com algum ruído associado (cargas que não são iluminação do mall mas estão a ser monitorizadas conjuntamente com este indicador).Indirectamente possibilita monitorizar uma parte de consumos de secadores de mãos, iluminação exterior e letreiros luminosos.				
	Os disjuntores de ruído estão associados a cargas pouco relevantes: letreiros de saída, directórios, tomadas, iluminação de corredores técnicos, botoneiras, CCTV, tensões de comando, telefones, retentores de portas, etc.				

SUB-METERING DESIGN - MALL LIGHTING (STRATEGY)

QUADRO					SOMAR		SUBTRAIR	
Nível					Contador		Contador	
1	2	3	4	5	Ref SM	ID	Ref SM	ID
Q2_05			Q3_07 Q4_01 Q3_08 Q4_02 Q4_03		C1_01_005	12	C2_05_007_008_009 C2_05_D25 C2_05_001 C2_05_002	4 59 5 6
Q2_06			Q3_10 Q3_11 Q3_12 Q4_05 Q4_06 Q4_07		C1_01_006	13	C2_06_082 C2_06_088_089 C2_06_001 C2_06_002 C2_06_003 C2_06_005 C2_06_006	28 29 23 24 25 26 27
Q3_13			Q3_14 Q3_15 Q4_08		C3_12_003	-		
Q3_16								

Figura B.2: Estratégia: Iluminação Mall (IM)

Anexo C

Etiquetagem dos Quadros Elétricos

QUADRO ELÉTRICO					ALIMENTAÇÃO			
SM	Site	PT	Nível	Localização	QE	Disjuntor	Localização	Data Report
1Q2_05	Q.G.S.C. 2	PT1	2	P1/P29	1Q1_01	005	P1/G25	2015-09-07

Gerais			Normais			Normais		
SM	Site	Calibre	SM	Site	Cal. Saída	SM	Site	Calibre Saída
001	Genl de Quadro	400	001	Alim. Q.S.C. 2.1	180 1Q3_07	101	Illum. Spo's Flur	10 Iluminação de Mall
			002	Alim. Q.S.C. 2.2	100 1Q3_08	102	Illum. Patamares	10 Iluminação de Mall
			003	Alim. Q. Illum. Q.G.S.C. 2	100 1Q3_09	103	Illum. Sanea	10 Iluminação de Mall
			004	Alim. U.C.I.	16 U.C.I.	104	Reserva Equipada	10 Reserva/Reserva Equipada
			005	Tensão Comando 220V	16 Tensão de Comando	105	Lm. Emerg. Cor. AC Elev. Publico Lado Esquerdo	10 Iluminação de Mall
			006	Tensão Comando 24V	10 Tensão de Comando	106	Illum. Am. Alto	10 Iluminação de Mall
			007	Alim. Escada Rolante D.T.M. 2.1	40 Escada Rolante	107	Illum. Spo's Halog. Alto	10 Iluminação de Mall
			008	Alim. Escada Rolante D.T.M. 2.2	40 Escada Rolante	108	Illum. Spo's Halog.	10 Iluminação de Mall
			009	Alim. Escada Rolante D.T.M. 2.3	40 Escada Rolante	109	Illum. Spo's Flur	10 Iluminação de Mall
			010	Reserva Equipada	10 Reserva/Reserva Equipada	110	Telen	63 Iluminação de Mall
			011	Reserva Equipada	10 Reserva/Reserva Equipada	111	Illum. Pilar	10 Iluminação de Mall
			012	Reserva Equipada	10 Reserva/Reserva Equipada	112	Illum. Exterior	10 Iluminação Exterior
			013	Retentores Portas	16 Retentores Portas	113	Reserva Equipada	10 Reserva/Reserva Equipada
			014	Reserva Equipada	16 Reserva/Reserva Equipada	114	Reserva Equipada	10 Reserva/Reserva Equipada
			015	Reserva Equipada	16 Reserva/Reserva Equipada	115	Reserva Equipada	10 Reserva/Reserva Equipada
			016	Reserva Equipada	16 Reserva/Reserva Equipada	116	Reserva Equipada	10 Reserva/Reserva Equipada
			017	Reserva Equipada	16 Reserva/Reserva Equipada	117	Floresim	10 Iluminação de Mall
			018	Reserva Equipada	16 Reserva/Reserva Equipada	118	Floresim	10 Iluminação de Mall
			019	Tomadas Sala Quadros	16 Tomadas	119	Illum. Pilares	10 Iluminação de Mall
			020	Alim. Sala SIBS ROE	16 Iluminação Areas Técnicas	120	Illum. Pilares	10 Iluminação de Mall
			021	Alim. Bameiras	16 Iluminação de Mall	121	Illum. Pilares	10 Iluminação de Mall
			022	Alim. C.C.T.V.	10 Sistema CCTV	122	Illum. Pilares	10 Iluminação de Mall
			023	Alim. C.C.T.V.	10 Sistema CCTV	123	Reserva Equipada	10 Reserva/Reserva Equipada
			024	Alim. C.C.T.V.	10 Sistema CCTV	124	Reserva Equipada	10 Reserva/Reserva Equipada
			025	Alim. Telefone Publico	6 Telefones	125	Riscoce Equipada	32 Riscoce/Reserva Equipada
			026	Alim. Telefone Publico	6 Telefones	126	Tomada Tifaisica Area Tecnica	16 Tomadas
			027	Reserva Equipada	6 Reserva/Reserva Equipada	127	Tomada Monofasica Area Tecnica	16 Tomadas
			028	Leiteiros Salda	10 Leiteiros Salda	128	SI Ref	16 Reserva/Reserva Equipada
			029	Leiteiros Salda	10 Leiteiros Salda	129	Reserva Equipada	10 Reserva/Reserva Equipada
			030	Alim. Anal J-K	10 Iluminação de Mall	130	Alim. Compad. Lixo	20 Alim. Compad. Lixo
			031	Reserva Equipada	10 Reserva/Reserva Equipada	131	Tomada Tifaisica Cor. Técnico	16 Tomadas
			032	Reserva Equipada	10 Reserva/Reserva Equipada	132	Tomada Monofasica Cor. Técnico	16 Tomadas
			033	Reserva Equipada	10 Reserva/Reserva Equipada	133	Reserva Equipada	16 Reserva/Reserva Equipada
			034	Leiteiros Salda	10 Leiteiros Salda	134	Reserva Equipada	16 Reserva/Reserva Equipada
			035	Leiteiros Salda	10 Leiteiros Salda	135	Cabo 5x10 Fora Sertgo no Caixa Cartão	32 Cabo 5x10 Fora Sertgo no Caixa Cartão
			036	Leiteiros Salda	10 Leiteiros Salda	136	Tomada Tifaisica Cor. Técnico	16 Tomadas
			037	Leiteiros Salda	10 Leiteiros Salda	137	Tomada Monofasica Cor. Técnico	16 Tomadas
			038	Leiteiros Salda	10 Leiteiros Salda	138	Tomadas Balança	16 Tomadas
			039	Leiteiros Salda	10 Leiteiros Salda	139	Alim. QE-WC's	16 1Q4_16
			040	Leiteiros Salda	10 Leiteiros Salda	140	Tomadas Círculos	16 Tomadas
			041	Leiteiros Salda	10 Leiteiros Salda	141	Tomadas Círculos	16 Tomadas
			042	Leiteiros Salda	10 Leiteiros Salda	142	Secador Mãos	16 Secador de Mãos
			043	Leiteiros Salda	10 Leiteiros Salda	143	Secador Mãos	16 Secador de Mãos
			044	Leiteiros Salda	10 Leiteiros Salda	144	Secador de Mãos	16 Secador de Mãos
			045	Leiteiros Salda	10 Leiteiros Salda	145	Secador de Mãos	16 Secador de Mãos
			046	Illum. Escada Sertgo	16 Iluminação de Mall	146	Secador de Mãos	16 Secador de Mãos
			047	Illum. Escada Sertgo	16 Iluminação de Mall	147	SI Ref	16 Secador de Mãos
			048	Illum. Escada Publico	16 Iluminação de Mall	148	Reserva Equipada	16 Reserva/Reserva Equipada
			049	Illum. Escada Publico	16 Iluminação de Mall	149	Reserva Equipada	16 Reserva/Reserva Equipada
			050	Iluminação Sanitários	16 Iluminação Instalações Sanitárias	150	Reserva Equipada	16 Reserva/Reserva Equipada
			051	Reserva Equipada	16 Reserva/Reserva Equipada	151	Quadro Novo	32 Quadro Novo
			052	Illum. Emerg. Palam. Chegada Escadas Rolant	16 Iluminação de Mall			
			053	Lm. Emerg. Cor. AC 1º Socomos Elev. Publico	16 Iluminação de Mall			
			054	Illum. Emergência Spo's Círculos	16 Iluminação de Mall			
			055	Illum. Emergência Armad. Alto	16 Iluminação de Mall			
			056	Illum. Emerg. Círculo Armadura 1x68W	16 Iluminação de Mall			
			057	Illum. Platiabanda	16 Iluminação de Mall			
			058	Rasante Floresim	10 Iluminação de Mall			
			059	Illum. Comedor AC. Elev. Publ. Lado Esq.	10 Iluminação de Mall			
			060	Illum. Alto Emergência Armadura	10 Iluminação de Mall			
			061	Illum. Emergência Spo's Alto	10 Iluminação de Mall			
			062	Illum. Emerg. Círculo Armadura 1x68W	10 Iluminação de Mall			
			063	Illum. Emerg. Círculo Armadura 1x68W	10 Iluminação de Mall			
			064	Illum. Sala Son 1º Socomos Sala Quadros	10 Iluminação de Mall			
			065	Illum. Comedor Técnico	10 Iluminação Corredores Técnicos			
			066	Illum. Comedor Técnico	10 Iluminação Corredores Técnicos			
			067	Rodízios Presedn	R Rodízios Presedn			
			068	Illum. Comedor Técnico	10 Iluminação Corredores Técnicos			
			069	Illum. Comedor Técnico	10 Iluminação Corredores Técnicos			
			070	Illum. Antenas Sala Quadros	10 Iluminação Areas Técnicas			
			071	Illum. Comedor Técnico	10 Iluminação Corredores Técnicos			
			072	Illum. Comedor Técnico	10 Iluminação Corredores Técnicos			
			073	Illum. Comedor Técnico	10 Iluminação Corredores Técnicos			
			074	Illum. Inf. Sanitárias	10 Iluminação Instalações Sanitárias			
			075	Illum. Inf. Sanitárias	10 Iluminação Instalações Sanitárias			
			076	SI Ref	16 Reserva/Reserva Equipada			
			077	Anúncios Luminosos	16 Anúncios Luminosos			
			078	Anúncios Luminosos	16 Anúncios Luminosos			
			079	Illum. Sanea	10 Iluminação de Mall			
			080	Illum. Apliques	10 Iluminação de Mall			
			081	Illum. Alto Dir. Húld	10 Iluminação de Mall			
			082	Illum. Platiabanda Ent. Lado Esquerdo	10 Iluminação de Mall			
			083	Illum. Diretdório	10 Iluminação Diretdório			
			084	Illum. Diretdório	10 Iluminação Diretdório			
			085	Illum. Platiabanda Lado Esquerdo	10 Iluminação de Mall			
			086	Illum. Aneao 1º Socomos Elev. Publico	10 Iluminação de Mall			
			087	Illum. Alto Spo's	10 Iluminação de Mall			
			088	Illum. Alto Spo's	10 Iluminação de Mall			
			089	Illum. Alto Spo's	10 Iluminação de Mall			
			090	Illum. Alto Spo's	10 Iluminação de Mall			
			091	Illum. Alto L. D. Armadura 1x68W	10 Iluminação de Mall			
			092	Illum. Círcu. Am. 1x68W	10 Iluminação de Mall			
			093	Illum. Círcu. Am. 1x68W	10 Iluminação de Mall			
			094	Illum. Círcu. Am. 1x68W	10 Iluminação de Mall			
			095	Illum. Círcu. Am. 1x68W	10 Iluminação de Mall			
			096	Illum. Círcu. Am. 1x68W	10 Iluminação de Mall			
			097	Illum. Círcu. Am. 1x68W	10 Iluminação de Mall			
			098	Illum. Spo's Flur	10 Iluminação de Mall			
			099	Illum. Spo's Flur	10 Iluminação de Mall			
			100	Illum. Spo's Halog.	10 Iluminação de Mall			

Figura C.1: Relatório Etiquetagem QE 1Q2_05

QUADRO ELÉTRICO				ALIMENTAÇÃO				
SM	Site	PT	Nível	Localização	QE	Disjuntor	Localização	Data Report
1Q3_12	Q.S.C. 3.3	PT1	3	P2/S3	1Q2_06	003	P2/N29	2015-09-07
Gerais				Normais				
SM	Site	Calibre		SM	Site	Calibre	Saida	
001	Corte Geral	100		001	Alim. Q.V.W.	20	1Q4_05	
Diferenciais				002	Alim. Q.S.C.4	63	1Q4_06	
SM	Site	Calibre		003	Q.I.L.U.M.S.C.4 Alimentação	63	1Q4_07	
D01	S/ Ref - Sub-Geral (1)	40		004	UPS CCTV	16	Sistema CCTV	
D02	S/ Ref - Sub-Geral (2)	40		005	Reserva Equipada	16	Reserva/Reserva Equipada	
D03	S/ Ref - Sub-Geral (3)	40		006	C.D. Gas	16	C.D. Gas	
D04	S/ Ref - Sub-Geral (4)	40		007	C.C.T.V.	16	Sistema CCTV	
D05	S/ Ref - Sub-Geral (5)	40		008	Alim. Equip. Apoio Hall	16	Alimentação Equipamento Apoio Hall	
D06	S/ Ref - Sub-Geral (6)	40		009	Iluminado Sala Som	16	Iluminação Áreas Técnicas	
D07	S/ Ref - Sub-Geral (7)	40		010	Tomadas Sala Som	16	Tomadas	
D08	S/ Ref - Sub-Geral (8)	40		011	Iluminado C.M. Elev.1.2	16	Iluminado Áreas Técnicas	
Contadores				012	UPS UCL	16	U.P.S./U.C.L.	
SM	Site	GTG	ID	013	Tensão Comando 220V	6	Tensão de Comando	
004	C.30	30		014	Tensão Comando 24V	10	Tensão de Comando	
005	Secadores Mãos	64		015	Ilum. Inst. Sanitárias	10	Iluminação Instalações Sanitárias	
007	Secadores Mãos	65		016	Ilum. Sanitárias	10	Iluminação Instalações Sanitárias	
QEs alimentados				017	S/ Ref	10	Reserva/Reserva Equipada	
SM	Site	Piso	Local	018	Leteiros Saída	10	Leteiros Saída	
1Q4_05	Q.V.W.	P2	S3	019	Leteiros Saída	10	Leteiros Saída	
1Q4_06	Q.S.C. 4	MedP2	T3	020	Leteiros Saída	10	Leteiros Saída	
1Q4_07	Q.I.L.U.M.S.C.4	MedP2	T3	021	S/ Ref	16	Tomadas	
				022	Iluminado Fraldário	16	Iluminação Instalações Sanitárias	
				023	Ilum. Áreas Inst. Sanitárias	10	Iluminação Instalações Sanitárias	
				024	Ilum. Corredor	10	Iluminação Corredor Técnico	
				025	Ilum. Corredor	10	Iluminação Corredor Técnico	
				026	Bolões Pressão	6	Bolões Pressão	
				027	Reserva Equipada	10	Reserva/Reserva Equipada	
				028	Iluminado Deficientes	10	Iluminação Instalações Sanitárias	
				029	Redame Luminoso	16	Redamos	
				030	Redame Luminoso	16	Redamos	
				031	Redame Luminoso	16	Redamos	
				032	Redame Luminoso	16	Redamos	
				033	Redame Luminoso	16	Redamos	
				034	Redame Luminoso	16	Redamos	
				035	Secador Mãos	16	Secador de Mãos	
				036	Secador Mãos	16	Secador de Mãos	
				037	Secador Mãos	16	Secador de Mãos	
				038	Secador Mãos	16	Secador de Mãos	
				039	Alim. Central T.V.	16	Alimentação Central TV	
				040	S/ Ref	16	Reserva/Reserva Equipada	
				041	Tomadas TMN	16	Tomadas	
				042	Tomadas Balança	16	Tomadas	
				043	Arm. Emergen	16	Iluminação de Mall	
				044	Reserva Equipada	16	Reserva/Reserva Equipada	
				045	Reserva Equipada	16	Reserva/Reserva Equipada	
				046	Reserva Equipada	16	Reserva/Reserva Equipada	
				047	Secador Mãos	16	Secador de Mãos	
				048	Secador Mãos	16	Secador de Mãos	
				049	Secador Mãos	16	Secador de Mãos	
				050	Secador Mãos	16	Secador de Mãos	
				051	Secador Mãos	16	Secador de Mãos	
				052	Tomadas	16	Tomadas	
				053	Tom. Minofasias	16	Tomadas	
				054	Tom. Minofasias	16	Tomadas	
				055	Tom. Minofasias	16	Tomadas	
				056	Tom. Infasias	16	Tomadas	

Figura C.2: Relatório Etiquetagem QE 1Q3_12

Referências

- [1] Lei n.º 12/2004. Diário da República n.º 76/2004, Série I-A de 2004-03-30.
- [2] Associação Portuguesa de Centros Comerciais. O que é um Centro Comercial?, 2015. Último acesso em 2015/09/10. URL: <http://www.apcc.pt/centros/sobre.aspx>.
- [3] Rita Ascenco. Gestão técnica centralizada - Um enorme potencial de poupança! *Edifícios e Energia*, Maio 2010. URL: <http://www.edificioseenergia.pt/pt/a-revista/artigo/tema-capas>.
- [4] Sub-metering Design do Centro Comercial “PortoShopping”. Relatório técnico, Edifícios Saudáveis Consultores, 2014.
- [5] Open Source Initiative. Licenses & Standards, 2015. Último acesso em 2015/09/10. URL: <http://opensource.org/licenses>.
- [6] Glenn E Krasner e Stephen T Pope. A Description of the Model-View-Controller User Interface Paradigm in the Smalltalk-80 System. *Journal of object oriented programming*, 1(3):26–49, 1988.
- [7] Hibernate Community. What is Object/Relational Mapping?, 2015. Último acesso em 2015/09/10. URL: <http://hibernate.org/orm/what-is-an-orm/>.
- [8] Martin Fowler. Active Record. Último acesso em 2015/09/10. URL: <http://www.martinfowler.com/eaCatalog/activeRecord.html>.
- [9] Bruno Skvorc. Best PHP Frameworks for 2014, 2013. Último acesso em 2015/09/10. URL: <http://www.sitepoint.com/best-php-frameworks-2014/>.
- [10] Inc. Cake Software Foundation. Cake PHP, 2015. Último acesso em 2015/09/10. URL: <http://cakephp.org/>.
- [11] SensioLabs. Symfony, 2015. Último acesso em 2015/09/10. URL: <http://symfony.com/>.
- [12] Taylor Otwell. Laravel, 2015. Último acesso em 2015/09/10. URL: <http://laravel.com/>.
- [13] Phalcon, 2015. Último acesso em 2015/09/10. URL: <https://phalconphp.com/pt/>.
- [14] EllisLab. CodeIgniter, 2015. Último acesso em 2015/09/10. URL: <http://www.codeigniter.com/>.
- [15] Zend Technologies Ltd. Zend, 2015. Último acesso em 2015/09/10. URL: <http://www.zend.com/>.

- [16] Yii Software LLC. Yii, 2015. Último acesso em 2015/09/10. URL: <http://www.yiiframework.com/>.
- [17] Oracle Corporation and/or its affiliates. MySQL, 2015. Último acesso em 2015/09/10. URL: <https://www.mysql.com/>.
- [18] SQLite Consortium. SQLite, 2015. Último acesso em 2015/09/10. URL: <https://www.sqlite.org/>.
- [19] PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL, 2015. Último acesso em 2015/09/10. URL: <http://www.postgresql.org/>.
- [20] Rui Tiago Bugalho Monteiro. Arquitetura Orientada a Componentes para uma Web Responsiva, Tese de Mestrado, FEUP, 2015.
- [21] Scott W. Ambler. *The Object Primer: Agile Model-Driven Development with UML*. Cambridge University Press, 3 edição, 2004.
- [22] Jordi Boggiano Nils Adermann e many community contributions. Composer, 2015. Último acesso em 2015/09/10. URL: <https://getcomposer.org/>.
- [23] W3C. Document Object Model (DOM), 2005. Último acesso em 2015/09/10. URL: <http://www.w3.org/DOM/>.
- [24] The jQuery Foundation. jQuery, 2015. Último acesso em 2015/09/10. URL: <https://jquery.com/>.
- [25] Mozilla Developer Network e individual contributors. CSS, 2015. Último acesso em 2015/09/10. URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/CSS>.
- [26] Roy T. Fielding e Julian F. Reschke. Hypertext Transfer Protocol (HTTP/1.1): Semantics and Content, 2014. Último acesso em 2015/09/10. URL: <http://tools.ietf.org/html/rfc7231>.
- [27] Jesse James Garrett. Ajax: A New Approach to Web Applications. 2005. URL: <http://adaptivepath.org/ideas/ajax-new-approach-web-applications/>.
- [28] PostGIS, 2015. Último acesso em 2015/09/10. URL: <http://postgis.net/>.
- [29] Apache Friends. XAMPP Apache + MySQL + PHP + Perl, 2015. Último acesso em 2015/09/10. URL: <https://www.apachefriends.org/index.html>.
- [30] Assembla Inc. Assembla, 2015. Último acesso em 2015/09/10. URL: <https://www.assembla.com/>.
- [31] R. Elmasri e S. Navathe. *Database Systems: Models, Languages, Design, and Application Programming*. Pearson, 2011.
- [32] Martin Fowler. *Patterns of Enterprise Application Architecture*, volume 48. 2002. doi:10.1119/1.1969597.
- [33] Scott W. Ambler. Choosing a Primary Key: Natural or Surrogate?, 2015. Último acesso em 2015/09/10. URL: <http://www.agiledata.org/essays/keys.html>.

- [34] Jonathan Miles. Bootstrap Tree View, 2015. Último acesso em 2015/09/10. URL: <https://github.com/jonmiles/bootstrap-treeview>.
- [35] Adam Barth, Collin Jackson, e John C Mitchell. Robust defenses for cross-site request forgery. *Proceedings of the 15th ACM conference on Computer and communications security CCS 08*, página 75, 2008. URL: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1455770.1455782>.
- [36] R. Likert. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22 140:55, 1932. URL: <http://psycnet.apa.org/psycinfo/1933-01885-001>, arXiv:2731047, doi:2731047.